2

PASSAGGIO SOTTOMARINO

ATTRAVERSO

ALLO STRETTO DI MESSINA

PER

UNIRE IN COMUNICAZIONE CONTINUA

IL SISTEMA STRADALE FERROVIARIO SICILIANO ALLA RETE DELLA PENISOLA

PROGETTO DI MASSIMA

DI

A. CARLO NAVONE Ingegnere

Allievo della Scuola d'Applicazione per gl'Ingegneri laureati in Torino

---

1870

TORINO

TIPOGRAFIA CARLO FAVALE E COMPAGNIA

Digitized by Google

Questo Studio venne dall'A. presentato come Dissertazione di Laurea alla Commissione esaminatrice della Scuola d'Applicazione per gl'Ingegneri Laureati in Torino, il giorno 31 marzo 1870, per ottenere il diploma di Ingegnere Laureato.

Digitized by Google

A Voi, caro Professore Rafanelli, io offro questo piccolo pegno d'inesauribile affetto; omaggio di alta gratitudine e di affettuosa simpatia.

A. Carlo Navone.

Digitized by Google

Digitized by Google

PREFAZIONE

—

Mi perdoni il lettore se prima di entrare in materia lo intrattengo un poco dei fatti miei.

Ho compiuto appena il corso dei miei studi, ed ora mi accingo ad esercitare la professione di ingegnere a cui e le mie aspirazioni individuali ed i consigli dei miei superiori non mi consentirono di rimanere affatto estraneo anche nel passato.

Uomini di vaglia, dei quali prospera fortuna mi procurò la conoscenza, m'iniziarono all'esercizio di questa professione, varcati appena i primi elementi della scienza.

Nondimeno io son giovane a questa professione, quindi, per quanto sieno buone le mie intenzioni, per quanto sia ferma la mia volontà di far bene, non si attenda il lettore di trovare in queste pagine un lavoro quale potrebbe uscire da penna più provetta e da mente a questi ardui studii da più lungo tempo educata.

Se ora ha voglia di seguirmi, si armi di pazienza e venga meco a Messina, dove senza sfidare la furia degli elementi procureremo di passar lo Stretto a piedi asciutti.

È appunto questo lo scopo del mio lavoro. Lo ho diviso in tre parti: nella prima studiai la natura geologica dello Stretto, nella seconda mi occupai della costruzione dell'opera, nella terza mi proposi d'analizzare l'opera costrutta, di stimarla e mostrarne l'economica utilità.

Digitized by Google

Se vi troverà qualche cosa di buono non è a me solo che dovrà attribuirne il merito, ma ancora, e più specialmente, ai buoni consigli di persone amiche; il male invece, e ve ne sarà pur troppo, è proprio tutto mio, perchè nessuno me lo ha suggerito.

Ho appena bisogno di dire che per compilare questo mio primo lavoro dovetti consultare molti libri; fra essi accennerò il Corso di geologia dello Stoppani, la Geologia dell'Italia dell'Omboni, gli Éléments de géologie del Lyell, la Memoria per un progetto di ferrovia da Chiavari a Parma con diramazione alla Spezia degli ingegneri Rafanelli, Romairone e Marsano, la Memoria tecnico-economica intorno all'esercizio delle ferrovie del prof. ingegnere B. G. Rafanelli, gli Studii tecnici e commerciali per una ferrovia attraverso le Alpi Elvetiche e le Relazioni sulle strade ferrate italiane pubblicate per cura del Ministero dei lavori pubblici. Di tutte queste opere indistintamente io mi valsi molto, ma di nessuna però in particolare più che delle altre. E qui fo punto.

Ora mi sia lecito di volgere una parola di ringraziamento ai miei Professori, Amici e Compagni per le amorose cure e per l'affetto di cui tutti mi furono larghi lungo il corso dei miei studii: ed in particolare poi, il mio compaesano, il sig. Lodovico Chiappara da Busalla, s'abbia quel tributo di grazie che gli è dovuto per la molta benevolenza mostratami in più d'una occasione.

Il dotto Professore che accetta la dedica di questa memoria, questo scienziato altrettanto grande di cuore e d'intelligenza quanto modesto, riceva infine la più viva espressione della mia affettuosa gratitudine.

Genova, marzo 1870.

A. Carlo Navone.

Digitized by Google

PASSAGGIO SOTTOMARINO

ATTRAVERSO ALLO STRETTO DI MESSINA

Digitized by Google

INTRODUZIONE

Ogni età, che ad altra succede, lascia dietro di sè un carattere particolare che emerge in rilievo dai suoi annali, ed è associato per sempre con essa nella memoria della posterità.

Se ci fosse chiesto per quale carattere l'età presente verrà ad essere impressa nelle memorie future, noi risponderemmo, scriveva il Dottor Lardner, pei miracoli che furono operati nell'assoggettare le forze della vita materiale agli usi della specie umana, e per l'arditezza nel concepire e nel mandare ad effetto le più meravigliose e le più gigantesche imprese. Quale più grandioso spettacolo infatti che vedere le navi di tutta Europa attraversare il deserto per passare dal Mediterraneo al Mar Rosso, e di là alle Indie ed alla China? E crediamo non sia ripromettersi troppo dal secolo presente, sperando vedere l'America divisa in due, e la Gran Brettagna congiunta al Continente Europeo per continua comunicazione. Ma, poichè i bisogni dell'uomo sono progressivi, v'ha luogo a sperare ancora che venga il tempo in cui si possa salire sopra un convoglio a Londra per scenderne a Bombay od a Calcutta, senza neppure temere di chinarsi due volte sotto il mare; perfettamente come ora si parte da Nuova-York e si arriva a San Francisco, tutta attraversando la deserta America del Nord.

Intanto, ecco che mentre da un lato arditamente si separano due terre unite ed insieme si confondono le acque di due Oceani che a memoria d'uomini fur sempre divise, dall'altro si pensa a collegare con un tratto continuo di comunicazione due contrade dalla natura inesorabilmente separate.

Ma per nn altro carattere importantissimo ancora l'età presente andrà sicuramente distinta da tutte quelle, che la precedettero. Di fatto l'incremento che in essa sono venute acquistando le vie di comunicazione per terra e per mare è così grande, e la facilità nei trasporti delle ricchezze fisiche ed intellettuali così importante, che niuna età passata ha certamente nulla da contrapporvi.

Il telegrafo elettrico, che conquise in una volta lo spazio ed il tempo, le strade ferrate, le lunghe gallerie che arditamente tentando le viscere dei monti trionfano dei più imponenti ostacoli della natura, le moli immani di ferro che animate dal vapore solcano i mari, i ponti di acciaio fuso di 150 e più metri di corda (1), la rapidità dei progressi, la diffusione delle idee, tutto infine costituisce una serie di realtà al cui confronto le illusioni del romanzo orientale impallidiscono: qui il reale è superiore alla finzione nella scala del meraviglioso. Pure la vista di tutte queste cose si è già così intrecciata colle nostre abitudini che la famigliarità ne ha scemata per esse parte della nostra ammirazione.

Sono un aperto indizio della potenza e della floridezza di un popolo le sue vie di comunicazione. I Romani diedero opera attivissima ad allacciare con nna vasta rete di strade le varie provincie del loro dominio; ed ancora oggigiorno gli avanzi di quelle opere formano l'ammirazione degli uomini dell'arte. Sopravvennto indi il Medio-Evo, le strade, non che accrescersi, scomparvero a grado a grado: e quando in Italia specialmente i tempi volsero propizii ad nn mirabile risveglio di commerci, di arti e d'industrie, la sterminata quantità di piccoli Stati vi fu d'ostacolo all'incremento delle strade, come altrove lo furono il feudalismo e la meno progredita coltura.

Quando poi finalmente venne la rivoluzione francese che produceva il totale sfacelo delle istituzioni feudali, cominciò l'êra nnova delle vie di comunicazione: ma lo svolgimento ne fu inceppato dalle guerre che susseguirono quel grande avvenimento politico, perdurando fino alla battaglia di Warterloo.

Napoleone però, a cui non era sfuggita la grande importanza di un completo sistema di strade, ne concepiva un piano che doveva

(1) *Giornale del Genio Civile*, anno 1869.

abbracciare tutta l'Europa; ma la sua caduta impediva la realizzazione del grandioso progetto.

Cessato intanto il fragore guerresco di quei giorni, e stabilita la pace, le nazioni enropee volgevano ogni loro attività al commercio ed all'industria; sentirono esse allora il bisogno di buone vie di comunicazione, e si diè tosto mano attiva a costruirne.

Il problema tuttavia dei rapidi trasporti sulle strade ferrate, mediante il vapore, non venne risolto che nel 1830. Da quel tempo la costruzione delle ferrovie senza rallentare un solo istante procedette mirabilmente infino a noi. Epoca la nostra di transizione, in cui tutti gli sforzi dell'ingegnere sono rivolti al completamento della grande arteria mondiale, solennemente inaugurata colla rivoluzione; incominciata durante l'impero, e proseguita specialmente dopo la cadnta del primo Napoleone.

Da molti anni pertanto le nazioni civili sono con singolar cura intente all'incremento delle strade ferrate, come ad uno dei più potenti e sicuri mezzi di secondar l'industria ed il commercio: e la pubblica attenzione segue con pari cura il progressivo svolgimento del servizio ferroviario, dal quale a ragione si ripromette i più grandi frutti.

Qnali saranno i risultati di questo lungo e costante lavoro, la cui utilità è così generalmente sentita? Non è difficile prevederli.

Quando, mercè le strade ferrate, la stampa, il telegrafo elettrico i battelli a vapore, ogni popolo possederà ciò che viene posseduto da un altro popolo; quando e ricchezze fisiche ed intellettuali saranno tutte in comune, il mutuo interesse dimostrerà essere la guerra un attentato alla prosperità generale. E, dopo d'essersi per tanti secoli avvicinati gli uni agli altri per venire a contesa, i popoli ormai si porranno a contatto per porgersi una mano fraterna, ed alle vecchie antipatie nazionali e politiche, che per un sì lungo tempo divisero e ruinarono gli Stati limitrofi, daranno la più recisa smentita gli Stati Uniti d'Europa. Ma se pure, malgrado questa tendenza generale verso la concordia e verso i pacifici progressi della società, la guerra scoppiasse ancora una volta, chi non vede che, mercè le vie di comunicazione perfezionate, dessa non tarderà a toccare un sollecito fine stantechè una sola battaglia deciderà della sorte di un paese! Sadowa è là per confermarlo!

Digitized by Google

PRELIMINARI

Raccordamento del sistema stradale ferroviario siciliano a quello della Penisola.

I.

Sistema ferroviario italiano in relazione col sistema europeo. — Le strade ferrate, scrive il comm. G. Bella (1), dal modesto ufficio di giovare alla industria privata, in alcuni dei più potenti Stati Europei, eransi elevate al grado di servire alle comunicazioni di primo ordine quando l'Italia stava per lo meno dubbiosa ed irresoluta nello accingersi a farne lo esperimento. Vinte finalmente le esitazioni, entrò anch'essa nella via di tanto progresso; e gli uomini intelligenti non tardarono a prevedere i grandi risultamenti che questa meravigliosa invenzione del nostro secolo avrebbe avuto, collo sviluppare potentemente le reciproche relazioni civili e commerciali fra i popoli sparsi dalle Alpi all'estrema Sicilia.

Ma, divisa politicamente in otto Stati come era per l'addietro, l'Italia non potè seguire l'esempio di quanto si fece in Francia, ed in Inghilterra specialmente, nè studiare un insieme bene inteso per la rete delle strade ferrate italiane, coordinate alla sua geografica configurazione. Ogni Stato mirando al proprio interesse non potè pensare che a sè stesso. In tutti però gli Stati italiani, ove con maggiore ed ove con minore spontaneità e sollecitudine, vennero incoraggiate e favorite le imprese per la costru-

(1) Relazione sulle strade ferrate italiane, anno 1867.

Digitized by Google

zione di strade ferrate le quali, nelle provincie subalpine particolarmente sotto l'egida di più libere istituzioni, ebbero, col sussidio delle private associazioni, un notabile svolgimento.

Ma non fu che dopo la pace di Villafranca che si cominciò a pensare seriamente al coordinamento dei varii tronchi già costrutti, fino allora rimasti più o meno isolati, come i Governi che li costruirono o ne accordarono la costruzione. Tale idea si fece più potente dopo la proclamazione del Regno d'Italia avvenuta nel 1861 ai 30 di aprile: finchè nel 1865 si concepiva il vasto concetto del riordinamento ed assetto organico delle Società italiane di strade ferrate, le quali si volevano distribuite in quattro grandi gruppi, in più economico rapporto colla disposizione topografica della nostra Penisola e colla idea di costituire poche ma forti Società. E però forse restano ora solo a farsi voti sinceri affinchè col tempo non ne rimanga che una sola, la quale trovi maggiore convenienza di rendere più semplice o profittevole il servizio che a ciascun gruppo deve ora appartenere.

Colla legge 14 maggio 1865 detta, *del riordinamento ed ampliamento delle strade ferrate*, si venivano pertanto sanzionando le proposte combinazioni in grazia delle quali la rete italiana risultò divisa nei quattro gruppi così designati: Gruppo delle ferrovie dell'Alta Italia; Gruppo delle ferrovie Romane; Gruppo delle ferrovie Meridionali; Gruppo delle ferrovie Calabro-Sicule, oltre la Rete ferroviaria della Sardegna. Per tal modo, e dall' epoca della costituzione del Regno d'Italia furono fatti nella costruzione delle nostre ferrovie assai rapidi progressi; trovandosi ora più che raddoppiata, nel breve giro di 9 anni, la lunghezza delle linee aperte al pubblico servizio. Ed è appunto, mediante questi rapidi progressi, che l' Italia tiene ora, in fatto di ferrovie, un posto distinto fra le principali Potenze europee. Il che torna grandemente ad onore della nostra patria; specialmente se si consideri la crisi naturale che dovette attraversare per la conquista della sua indipendenza e la costituzione della sua unità.

Ora il nostro sistema ferroviario, nonostante lo sconcerto di molti interessi fondati su tutt'altre relazioni che non sieno quelle che via via si vanno stabilendo e sempre più rassodando fra noi, prese già tale uno svolgimento, che si può dire volgere interamente verso il suo completamento; almeno fino a tanto che lo svegliarsi di novelli interessi faccia nascere il bisogno di altri tronchi ferroviarii. L'Italia infatti chiudeva l'anno 1869 con 5908

Digitized by Google

chilometri di via ferrata in esercizio, e molti altri di prossimo compimento.

Ma il nostro sistema ferroviario italiano, stabilita che sarà la rete di interna comunicazione peninsulare, resterebbe monco ove non trovasse il suo completamento nei Varchi alpini al Settentrione d'Italia, e nel Passaggio dello Stretto di Messina al Sud, in modo da unire, con un tratto continuo di comunicazione, la Rete siciliana a quella della Penisola. Una corona di Passaggi alpini, in parte compiuti, in parte in esecuzione, in parte progettati soltanto, irradierà allora dalla vallata del Po a stendere mano amica alle Nazioni sorelle d'oltremonte che ci stanno d'intorno: così cadranno quelle enormi barriere dalle vette nevose, che non bastarono a difenderci da tante invasioni!

II.

Sistema ferroviario peninsulare italiano e Sistema ferroviario siciliano. — Unione dei due sistemi per mezzo di una Galleria sottomarina. — In tesi di massima, a parte la vallata del Po, due lunghe linee ferroviarie costeggiano lo Stivale italiano andando da Settentrione-Ponente ad Ostro-Levante: ed altre linee secondarie, in direzione più o meno normale alle prime, corrono dall'uno all'altro litorale, attraversando la catena dell'Apennino. Per tal modo s'intesse una rete continua di quadrilateri sul suolo italiano; la quale poi si ripiega a mezzodì d'Italia, sul piede dello Stivale, verso lo stretto che separa la Sicilia dalle terre continentali, e fa capo a Reggio di Calabria.

Al di là di questo Stretto giace un altro sistema ferroviario: è il sistema stradale ferroviario della Sicilia, che dovrà circuire questa ricca e popolosa isola ed attraversarla in più punti tostochè esso abbia conseguito il suo completo sviluppo.

A collegare quest' ultimo sistema ferroviario con quello della Penisola, tende appunto il Progetto di galleria sottomarina che noi proponiamo (vedi piano unito). I due sistemi verrebbero per tal modo ad unirsi, completandosi a vicenda; e l'Italia troverebbe al mezzogiorno il complemento naturale della sua arteria stradale nell'estrema Sicilia. Sarà questa una nuova via di co-

municazione aggiunta alle tante altre, che ha sapnto creare questo secolo avido di progresso.

L'epoca parrà forse finanziariamente poco propizia per invitare l'erario a spendere; ma anzitutto, ad un pessimo passato e ad nn cattivo presente, noi non possiamo supporre che sia per succedere egualmente un cattivo avvenire; in secondo luogo abbiamo in mente di dimostrare, e lo faremo in seguito, come l'operazione sarebbe nell'interesse dell'erario, riuscendo ad un risparmio di sovvenzioni.

Congiungere l'isola di Sicilia alla Penisola Italiana non solo non sarebbe impossibile impresa, ma neppure difficilissima, in un'età in cui si compierono, e si stanno tuttavia compiendo tante opere maravigliose.

L'idea poi di questo congiungimento è così ovvia e naturale, e forse così antica, che non sapremmo dire a chi venisse prima, e neppure chi primo avvisasse i mezzi per effettuarla. Sappiamo che si parlò d'un gran ponte da gettarsi sullo Stretto, può darsi ugualmente che siasi parlato pure d'nn istmo, o d'una galleria; ma che progetto reale di qnesto conginngimento abbia mai esistito prima d'ora non sappiamo, e non sapremmo neppure quali punti delle due coste si avesse in mente di congiungere, quando per altro non si fossero voluti sottintendere i siti più convenienti.

Del resto, se dei passaggi fossero anche stati proposti, ancora non ne vennero costrutti: e questo basta per interessarci della questione.

PARTE PRIMA

GEOLOGIA

CAPO I.

Stato fisico dello Stretto di Messina ed attuale sua geologica costituzione.

1.

Oro-idrografia della località in generale, e dello Stretto in particolare. — Lo Stretto di Messina, per cui il mar Tirreno comunica col mar d'Africa, distaccando la Sicilia dal Continente, corre incassato fra due creste montane di rocce. Le due sponde, calabrese e siciliana, chiuse quasi su loro stesse a settentrione dello Stretto presso Capo del Faro, vi determinano un angusto passaggio di circa tre chilometri di larghezza; il quale va però gradualmente allargandosi a mezzogiorno, fino a 30 chilometri d'apertura di rimpetto al Capo di Melito.

La profondità delle acque massima dapprima fra Capo del Faro e Scilla, dove il fondo sta sotto una colonna d'acqua di 330 metri, diminuisce rapidamente fin contro Punta del Pezzo, ove la massima profondità non va oltre a 118 metri. Indi la profondità aumenta di nuovo fino a 1500 metri circa alla sua estremità più meridionale, che è fra Melito e Savoca, e non s'arresta che oltre 3000 metri in alto mare.

L'aspetto dello Stretto di Messina, da alti monti fiancheggiato, è quello di una enorme trincea piuttosto aperta dall'arte che dal caso venuta. Da una parte i monti della Calabria, dall'altra quelli della Sicilia formano a grandi tratti due enormi dicchi paralleli, le cui creste compiono e limitano le sponde della grande trincea, in

Digitized by Google

fondo alla quale stanno il thalweg e la sinclinale dello Stretto; e di cui le creste suddette sono le *faîtes* o le anticlinali, che dividono i versanti dello Stretto dai versanti opposti.

La Calabria tutta è una colossale catena di monti; la quale, staccandosi dalle nodosità dell'Appennino presso Potenza, corre con direzione nord-sud fino a Catanzaro: donde, dopo piccola interruzione, ripiglia il suo corso, deviando alquanto ad ovest; e così seguita fino a Reggio. Le due falde, ora irte, ora dolcemente inclinate, si mostrano a volta a volta ridenti od aride come tutti i terreni alpestri.

I monti della catena che sta dall'altra parte dello Stretto non sono meno aprichi dei monti della Calabria. Questa seconda catena, che forma il vertice nord-est del gran triangolo siciliano, si diparte dal centro dell'Isola e corre a levante fino a monte Cerri d'onde devia a settentrione, pigliando un andamento parallelo a quello dei monti calabresi. I versanti della prima catena, che divide il piede dello Stivale, scendono all'Ionio ed al Tirreno. La seconda catena, che divide essa pure per mezzo il vertice dell'Isola, separa l'uno dall'altro il versante del Tirreno da quello dello Stretto.

Fra queste prime due catene principali, una terza catena di dimensioni più modeste giace compresa: essa corre in direzione normale perfettamente alle due precedenti fra i monti di Gesso e quello di Aspromonte, ed attraversa con direzione nord-ovest lo Stretto fra Punta del Pezzo e Ganzirri, dove fissa il confine fra il mar d'Africa ed il Tirreno. Di questa terza catena, che diremo Istmo dello stretto, il versante meridionale si sprofonda sotto il mare inferiore, mentre il suo versante settentrionale forma un lembo del gran bacino del mar Tirreno.

La parte sommersa di ogni versante seguita del resto e completa la sua parte emersa, della quale ritiene prossimamente e la inclinazione e la natura. E tutte insieme queste falde intersecandosi gradualmente vanno a costituire i fondi dei corrispondenti bacini, le sinclinali dei mari e le anticlinali dei monti; per guisa che a sponde dirupate ed erte, ed a colli aprichi, corrisponde sempre una riva ronchiosa e scoscesa ed un mare cupo e profondo, ed alle dolci eminenze ed ai piani fa seguito un lido, che con dolce inclinazione si protende sotto l'onda.

Vedremo quanto questa felice disposizione dello Stretto di Messina, quanto l'esistenza di quest'Istmo sommerso convenga ad un

passaggio sottomarino: per cui parrebbe che la natura, la quale ha provveduto al passaggio delle nostre navi staccando la Sicilia dalla terraferma, abbia contemporaneamente disposto le cose in guisa che questo passaggio non dovesse escludere o seriamente nuocere a quello dei nostri veicoli di terra; i due mezzi principali di trasporto di cui si valga ancora la moderna società.

Non ci dilungheremo maggiormente su quest'argomento, che dovrà essere ancora illustrato nelle parti successive: verremo invece a dire brevemente delle correnti marine dello Stretto, per passar tosto alla natura geologica dei terreni che lo costituiscono.

2.

Correnti marine nello Stretto di Messina. — Le correnti dello Stretto di Messina sono molto variabili e raggiungono qualche volta una velocità di 5 nodi (metri 2,57 al 1") esse sono prodotte dalle maree; e, come queste, sottoposte all'influenza delle fasi della luna. Egli è pertanto nel giorno che succedo alla nuova od alla luna piena, che raggiungono la loro massima velocità. Le due direzioni generali delle correnti sono da sud a nord e reciprocamente; la corrente del flusso conduce al Nord, quella del riflusso al Sud.

Alla configurazione delle terre ed a qualche altra causa sono dovuti i vortici o controcorrenti prodotti in diversi punti dello Stretto; denominati *Refoli* quando vengono prodotti dal riflusso; *Bastardi* se vengono dal flusso. Alle 9 del mattino la corrente del riflusso comincia a farsi sentire a Punta del Faro, nei giorni di piena o nuova luna, si dirige verso Alta Fiumara e di là sulla Punta del Pezzo, da dove si porta verso la Grotta, poi a Salvatore dei Greci e verso il Piccolo Fanale di Messina, dove giunge verso le 11 ore; di là prende la direzione del largo e si dirige verso Reggio. Nelle stesse circostanze la corrente del flusso comincia a farsi sentire verso le 3 sopra la costa di Calabria, alla Punta del Pezzo, sembrando così la continuazione del riflusso che esisteva prima in questo punto; si allarga quindi gradualmente, e va ad unirsi alla controcorrente Nord, stendendosi da Punta Palazzo alla Punta Sottile; ed allora tutta la massa d'acqua si porta al Nord-Est nel verso del canale.

Digitized by Google

La massima soprelevazione del pelo dell'acqua non è che di 25 a 30 centimetri a Messina, dove è fortemente influenzata dai venti: alla Punta del Faro essa non è che di pochi centimetri. L'incontro delle due correnti muove agitatissime e circolarmente le acque in varii punti dello Stretto, producendo i così detti *garofali*. I principali sono: sulla costa di Sicilia, quello di Punta Palazzo col flusso (l'antico Cariddi), quello di Punta del Pezzo prodotto dall'incontro della corrente del Nord colla corrente del Sud, e quello presso Messina di Punta del Piccolo Fanale; tutti molto forti. In molti altri punti dello Stretto regna ancora una grande agitazione nel mare senza vortici, prodotta dall'urto delle correnti sugli alti fondi, che prende il nome di scala di mare.

3.

Distribuzione e disposizione geologica dei terreni del suolo calabro-siciliano che circoscrive lo Stretto di Messina. — I monti della Penisola e della Sicilia verso lo Stretto di Messina somigliano molto per la loro struttura geologica, alle Alpi, e sono perciò molto diversi da quelli del resto dell'Appennino, appartenenti tutti ad altre formazioni. A partire da Castrovillari fino a Reggio nelle Calabrie, e da Capo del Faro fino a Taormina ed a Noara nella Sicilia i terreni dominanti sono: sulle alture le roccie granitiche, ed i sedimenti pliocenici o postpliocenici sulle sponde del mare ed alle falde dei monti.

I monti granitici delle Calabrie si dividono in due gruppi: uno dei quali forma quasi tutta la Calabria fra Reggio e Catanzaro; e l'altro circonda quasi la città di Cosenza.

È poi molto importante quella zona di terreno pliocenico, che separa i due grandi gruppi di monti granitici ora mentovati, occupando tutta la larghezza della Calabria fra il golfo di S. Eufemia e quello di Squillaco o Catanzaro.

I sedimenti pliocenici occupano quasi tutto le coste della Calabria: così tutto il lido fra Scilla e Reggio si trova rivestito di questi terreni, i quali poscia continuano sulla costa fino al Capo delle Armi. Da Scilla a Palma si hanno le rocce granitiche; e da Palma a Nicotera di nuovo i sedimenti pliocenici, poi le rocce granitiche fino a Pizzo; indi ancora una zona di terreni plio-

cenici. I sedimenti pliocenici fra Nicotera e Palma formano una zona, che si estende dal mare fra quelle due città fino a Filadelfia, fra i monti granitici di Tropea e la catena Appenninica, egualmente granitica, che comincia a Squillace e si avanza fin quasi al Capo delle Armi. Lungo la spiaggia, fra il Capo delle Armi, il Capo Spartivento e Catanzaro, si estende ancora la zona dei terreni pliocenici: e fra qnesta zoua e la catena granitica accennata prima, v'hanno di solito delle marne a varii colori; e qua e là anche dei calcari con molta selce.

Dall'altra parte dello Stretto, la parte estrema verso nord-est dell'isola è di rocce azoiche stratificate con granito in filoni, e con schisti argillosi, ed arenarie antiche, e banchi calcari da Capo del Faro fino a Capo Orlando e fin quasi a Taormina. I monti sopra Messina constano principalmente di gneiss e micaschisti, con filoni di granito: ma sul loro pendio verso lo Stretto sono coperti, fino ad una certa altezza, di sabbie marine, conglomerati ed argille plioceniche e, sui terreni ancora più moderni delle epoche postplioceniche, da una grande quantità di coralli, conchiglie ed altri avanzi d'animali marini. E questi depositi moderni formano la spiaggia di contro a Reggio di Calabria, e tntta quella fino alla lingua di terra su cui sta il villaggio di Faro. La struttura geologica di questa parte della Sicilia è dunque quasi in tutto ugnale a quella degli Appennini di Calabria.

Le rocce azoiche dominano, come già s'è notato, sui monti fino a Noara, e sul fianco nord-ovest dei monti di Taormina: sul fianco sud-est si trovano gli strati recenti fossiliferi dalla riva del mare fino ad una certa altezza. A Gesso si hanno le rocce secondarie con banchi di gesso: sulla costa settentrionale dell'Isola, si ritrovano ancora i terreni pliocenici fossiliferi a Spadafnora. Questi continuano fra i monti e la pianura alluvionale recentissima di Milazzo fino oltre a Barcellona. Indi cominciano i monti ad essere di arenarie; sotto alle quali, nelle profonde valli, si vedono le rocce granitiche, così a Tindaro si vede il granito, di cui molti filoni esistono pure nelle valli circostanti. I graniti si vedono ancora al Capo Calava, e di rocce granitiche sono pure i monti di Patti, Gioiosa, S. Angelo; e Capo d'Orlando è di gneiss e micaschisti, con numerosi filoni di granito. Le stesse rocce granitiche spuntano dalle grandi valli, fra le quali quel Capo si trova; su queste rocce sono le arenarie: il Monte di Naso però è di strati fossiliferi recenti pliocenici sovrapposti

alle arenarie. Finalmente le coste da Naso a Cefalù sono tutte di arenarie.

Dall'altra parte sul versante orientale della Sicilia, da Messina a Taormina, si vedono dapprima le coste da Messina a Galati formate dalle rocce plioceniche e da qneste a Torre Scaletta, dalle rocce azoiche: indi da quelle rocce costituite di schisti e d'arenarie. Taormina è sopra un calcare particolare accompagnato, verso il sud, da conglomerato. Le coste da Taormina a Catania sono di rocce vulcaniche dell'Etna: si va poscia fino a Siracusa correndo sui calcari con rocce vulcaniche.

Molta della rimanente parte dell'isola ha il suolo di sedimenti pliocenici; oppure miocenici e pliocenici, calcarei, sabbiosi, argillosi, ecc., ricchissimi di fossili e con rocce vulcaniche specialmente nelle vicinanze dell'Etna. Tutto il gran nucleo centrale della Sicilia è finalmente coperto dalle rocce secondarie, calcari a munuliti, grés a fucoidi, calcari a ippuriti dell'epoca della Creta.

4.

Formazioni principali che costituiscono il fondo dello Stretto. — Da questa breve rivista geologica passata ai terreni costituenti le due sponde dello Stretto di Messina, ed a quelli attigui, si può intanto rilevare come a tre formazioni principali e distinte si riducano le rocce che costituiscono la base del Faro: le formazioni quaternarie cioè, le terziarie e le azoiche. E poichè questi terreni li ritroveremo più tardi negli scavi, allorchè studieremo l'Istmo sommerso, di cui si è sopra tenuto parola, gioverà che ci occupiamo alquanto di ciascuno di essi in particolare, onde riconoscerne, oltre alla natura, la consistenza, l'estensione e la singola disposizione.

Dall'esame geologico instituito risultò intanto come il dorso calabrese a Punta del Pezzo fosse rivestito dai terreni terziari stratificati, cioè dalle marne e dai calcari del pliocene; come invece la sponda siciliana a Ganzirri fosse occupata o coperta dai terreni quaternari di tenera consistenza (sabbie, arenarie e grés principalmente) che si distendono su quella costa e scendono anche sul fondo dello Stretto: mentre le alture da una parte e dall'altra

dello Stretto ugualmente sono di formazioni azoiche, principalmente di gneiss: il quale appare, in un col granito, in tutti i punti dove la spiaggia, rivestita dalle formazioni più recenti, fu denudata da qualche causa che abbia esportato i terreni superiori. Queste rocce formano pertanto il fondo dello Stretto, e solo per qualche tratto sono mascherate dalle altre rocce.

5.

Natura ed importanza dei depositi postpliocenici nello Stretto. — Le formazioni dei primi depositi post-pliocenici o quaternari si dividono in due serie principali: la superiore calcare e l'inferiore argillosa; entrambe si mostrano, come vedemmo, in vari punti sulle rive dello Stretto e specialmente su quel tratto che trovasi fra Messina, Capo del Faro e Siracusa. Queste formazioni, che sono qualche volta incoerenti nel loro contesto, si riscontrano altre volte molto solide e pietrose e d'una spessezza grandissima giungente fino a 200 e 300 metri.

La parte superiore calcarea di questo gruppo sulla località consiste generalmente in una pietra d'un bianco giallastro, che spesso può dirsi costituita letteralmente da un tritume di conchiglie e d'altri testacei di specie viventi. Dal calcare detritico mentovato si passa ad un grés di conglomerati, al disopra dei quali sono un'argilla ed una marna azzurra simili a quelle plioceniche delle colline subappenniniche. L'argilla alterna qualche volta colla sabbia gialla, ed altre volte tali depositi posterziari giaciono mescolati a materie vulcaniche.

6.

Natura ed estensione del pliocene nello Stretto di Messina. — Se facciamo che scompaiano le alluvioni e quanti depositi celano vestigia d'uomo, le morene e quanti depositi poterono sincronizzare coi ghiacciai, noi ci troveremo, stratigraficamente e cronologicamente parlando, sui terreni la cui formazione rimonta ad epoca anteriore a tutti questi depositi quaternari dell'epoca neo-

soica. Tali terreni dell'epoca cenozoica sono i terreni terziari. Il pliocene che di questi terreni è il superiore forma una zona quasi continua sulle coste dell'Adriatico ed ai lembi su quelle del Mediterraneo. La spessezza talora grandissima di questa zona indica bacini di formazione relativamente assai profondi: si ravvisano in essa gli strati delle argille marnose grigie o azzurre e quelli delle sabbie gialle.

Il pliocene è formato di strati marini senza ciottoli con fossili, generalmente inetto alla costruzione, perchè non presenta materiali; quantunque sia giusto notare come colle sabbie gialle, e le argille, e marne turchine entrino a costituirlo una varietà di pudinghe ed il tufo pliocenico o travertino, materiale questo eccellente da costruzione, di cui sono costrutti gran parte degli edifizi di Roma e molti anche di Genova. Di questi terreni, e di terreni quaternarii è ricoperta la Punta del Pezzo.

7.

Natura ed importanza dei terreni azoici nello Stretto. — Abbiamo sommariamente descritti i due primi terreni; i postpliocenici o quaternari ed i terziari pliocenici, entrambi dell'epoca cainozoica: veniamo ora ai terreni azoici che pure incontrammo in grande abbondanza nello Stretto di Messina, di cui costituiscono il fondo. Questi terreni, che affettano una costituzione decisamente cristallina, ed occupano tanta parte del suolo calabrese e della Sicilia, constano in gran parte di gneiss, d'un colore spesso bigicciosscuro, a grana fina: roccia, come si sa, composta degli stessi elementi del granito (quarzo, feldspato, mica), colla differenza che, mentre nel granito questi stessi elementi si presentano sotto forma granulosa, nel gneiss invece affettano quasi uno schiacciamento sopra un dato piano e la mica specialmente vi è disposta a lamine, stirate sul detto piano; ciò che dà alla roccia tendenza a fendersi in istrati o lastre parallele. Il gneiss infatti, secondo i moderni geologi, altro non sarebbe che un granito laminato dalla forza di compressione, che lo avrebbe meccanicamente metamorfosato: la sua schistosità, a dir vero, lo avvicina ai micaschisti ed alle altre rocce d'origine sedimentaria; però la sua composizione lo vuole decisamente fra i graniti.

Col gneiss si trovano uniti il granito, la pegmatite, (granito in cui manca uno dei tre componenti), la sienite, i micaschisti, la serpentina e qualche altra roccia d'origine plutonica. Vediamo infatti tali rocce comparire ed affiorare in vari punti sulle due sponde dello Stretto, e scavando si rinvengono a poca profondità sotto il suolo là dove il medesimo appartiene, superficialmente, ad altra formazione. Aggiungeremo da ultimo che le rocce granitiche sono d'ordinario le più gigantesche perchè si estendono per vasti tratti di superficie e sopra smisurata altezza; ma esse sono al solito così alterate alla superficie che sono trasformate in sabbie faldespatiche e quarzose, somiglianti a certi sedimenti marini terziari e moderni; per lo più contengono la mica bianca; ma talora quella nera, l'anfibola e spesso ancora gran copia di granati e di idocrasi.

8.

Opinione del prof. Seguenza di Messina sulla natura delle formazioni geologiche dello Stretto. — Suo giudizio su quella dei terreni attraversati dal Tunnel *sottomarino.* — Esaurito l'argomento, giudichiamo conveniente di chiudere il presente capitolo col seguente brano di una lettera del chiar.^{mo} prof. Seguenza di Messina, graziosamente per noi interpellato dal nostro prof. di mineralogia e geologia, il cav. B. Gastaldi:

« . . . . . ho prove abbastanza sicure, che la Punta di Pezzo e « tutta quella porzione che è colorata in verde, sia costitnita da « rocce marnose e calcari del pliocene. Il fatto certo, e forse « il più importante al caso nostro, si è che tali terreni, terziari e « quaternarii, tanto siciliani che calabresi, sono fiancheggiati dalle « rocce cristalline, sulle quali direttamente essi poggiano, anzi non « mancano dei luoghi sul litorale dove si vedono affiorare le rocce « cristalline; e tenendo ben anco in calcolo che la spessezza dei « terreni neozoici non è molto grande, a mio giudizio si può essere « quasi sicuri che la porzione sottomarima del tnnnel traverse- « rebbe almeno in gran parte i terreni azoici. . . . . »

È un brano sugoso, eminentemente positivo e pratico, che in poche parole compendia e conferma tutto quanto abbiamo detto in questa prima parte del nostro lavoro, ed avvalora quanto stiamo per dire.

Digitized by Google

CAPO II.

Genesi delle rocce che costituiscono lo Stretto di Messina. — Come pervenisse alla forma e sua presente costituzione. — Si conchiude essere infondato ogni timore per la stabilità delle opere da costruirvisi.

1.

Storia geologica delle terre Calabro-Sicule. — La genesi degli Appennini meridionali è intimamente collegata a quella dei terreni della Sicilia e del resto d'Italia. Formatesi le rocce granitiche, su queste si deposero i sedimenti; fatti i sedimenti eocenici, avvennero le dislocazioni, per le quali ebbero origine le attuali creste e ondulazioni degli Appennini; vennero quindi alla superficie del suolo le rocce granitiche e quelle cretacee. Una grande distruzione delle rocce eoceniche specialmente, aumentò l'estensione delle rocce granitiche e secondarie messe a nudo in questo lasso di tempo nelle acque marine rimaste al piede degli Appennini, e fra le loro ondulazioni si formarono i sedimenti pliocenici. Su questi più tardi si distesero i prodotti vulcanici della zona vulcanica, e le grandi alluvioni antiche nelle altre parti dell'Italia meridionale; e finalmente un sollevamento generale portò al disopra del livello del mare tutti i sedimenti pliocenici, vulcanici ed alluvionali E l'esistenza di quella zona di terreno pliocenico fra il Golfo di Catanzaro e quello di Sant'Eufemia prova che una volta, durante l'epoca pliocenica, cioè durante la deposizione dei sedimenti pliocenici, la medesima era coperta dal mare. Vi fu quindi nell'epoca pliocenica uno stretto di mare il quale separò la Calabria di Reggio a guisa di isola da quella di Cosenza unita per un sottile istmo al Continente italiano.

La storia della Sicilia somiglia a quella dell'Italia continentale; si formarono le rocce azoiche, su queste si deposero i sedimenti paleozoici secondari ed eocenici. Tutte queste rocce si ruppero

si dislocarono producendo monti e valli; si deposero i sedimenti pliocenici su una gran parte dell'Isola, e nello stesso tempo nell'Etna avvennero le eruzioni vulcaniche basaltiche, e quelle delle acque e dei vapori, le quali diedero i zolfi, i gessi, ecc., ecc.

V'ebbero ancora quindi nuove dislocazioni che portarono fuori del mare i sedimenti pliocenici, ed alcuni ne sollevarono a grande altezza; tutta l'Isola fu poi per qualche tempo sotto il mare, e le acque di questo distrussero molte parti dei sedimenti pliocenici, lasciandone solo qua e là alcune tracce. Finalmente tutta l'Isola ritornò fuori del mare e l'Etna produsse tutte le sue antiche eruzioni; andò crescendo in altezza, si sprofondò anche in parte, cambiò il posto del cratere centrale, continuò poi ancora le sue eruzioni, aumentando sempre in altezza ed in volume.

Questa storia è del resto la storia di tutti i continenti; i quali sorsero, si immersero di nuovo, tornarono ad emergere, ora nella loro totalità, altra volta solo parzialmente. Se noi infatti percorriamo una regione qualunque, vediamo gli strati, che in origine, erano fondi di mare, raddrizzati sotto angoli diversi, contorti, spezzati, corrosi. Tutto manifesta la potenza di ripetuti dislocazioni; una continua alternanza di sollevamenti e di depressioni; un oscillare incessante della crosta terrestre fino dai primordii della sua formazione.

Analizzando questi avvenimenti geologici troviamo che a tre diversi ordini di fatti, apparentemente indipendenti, ma, in realtà, intimamente e mirabilmente associati, appartiene l'odierno stato di cose; alla sedimentazione vo' dire, alla vulcanicità, ed alla oscillazione della crosta terrestre. Fatti, i quali producono anche oggidì i fenomeni dell'intima vita del nostro pianeta: la quale, al par di quella dell'universo, si traduce in un gran sistema di circoli e di circolazioni. Tutto di continuo si muta intorno a noi: e, nello stesso tempo, tutto eziandio costantemente si mantiene, conciliandosi il movimento continuo coll'equilibrio perenne, il continuo disordine coll'ordine costante, il moto, lo stato, la vita e la morte. E mentre si vedono attualmente sul fondi marini deporsi degli strati, che imitano perfettamente tutta la varietà delle antiche formazioni stratificate, formanti l'ossatura delle montagne, si veggono ad un tempo cento e cento vulcani, distribuiti ad intervalli sul globo, terrestri, insulari, sottomarini, intesi di tratto in tratto a versare sulla superficie della terra delle masse cristallizzate, nelle quali si riscontra pure la più perfetta corrispondenza colle antiche rocce cristalline.

Digitized by Google

Molte masse granitiche, le quali occupano quasi intere catene di monti, emersero a loro tempo dalla crosta del globo allo stato lavico, e si sono mostrate poi a nudo per l'effetto di sollevamento e di grandi erosioni. È per effetto del sollevamento infatti, che queste rocce occupano ora i massimi rilievi di una anticlinale, e coronano le cime degli Appennini meridionali ed i pizzi torreggianti delle Alpi. Ma sappiamo che in origine essi pure si espansero alle basi di un rilievo che era allora sommerso nel mare (1); e se il sollevamento non avesse avuto luogo, questi graniti si troverebbero ancora sepolti nelle marine profondità.

2.

Periodi di sollevamento ai quali appartengono i terreni dell'Italia Meridionale. — I precedenti brevi cenni sulla storia geologica dei terreni meridionali d'Italia ci appresero, come la comparsa di gran parte della Sicilia e delle Calabrie non rimonti ad epoche anteriori a quelle in cui si compievano gli ultimi avvenimenti geologici; e la geologia ne insegna come posteriormente al periodo glaciale vi fosse un periodo di sollevamento, postglaciale o alluvionale, di considerevole rilievo.

Egli è questo periodo di sollevamento un fatto sancito oggidì a cagione dei molti ed importanti fenomeni che ad esso si collegano, ed attestano il progressivo sollevamento dei continenti: e questo non per la sola Sicilia ma per l'Italia, per tutta l'Europa, ed in genere per le masse continentali che si aggruppano intorno al Polo Artico. E quest'ultimo periodo è pari per importanza dello stesso periodo glaciale che lo precedette, e nel quale, oltre alla Sicilia, si sollevarono l'Africa e l'Europa; come lo dimostrano i detriti marino-glaciali sopra le roccie modificate dai ghiacci. Però il passaggio da un'epoca all'altra fu graduale per la graduale fusione di un periodo coll'altro.

Gli ultimi avvenimenti della Sicilia si limitano pertanto ad epoche relativamente recentissime e, se notisi poi che lo stesso calcare

(1) È comune opinione nei geologi moderni che i graniti altro non sieno se non lave di vulcani sottomarini, eruttate sotto la pressione dell'oceano.

recente (posteriore al pliocene) si trova in alcuni luoghi sulla spiaggia e va acquistando una elevazione di centinaia di metri internandosi nell'Isola, la quale tutto od almeno gran parte risentì di quell'urto potente che portò a secco sì larghe zone di fondo marino, se ne conchiuderà ancora che, niuna parte d'Europa quanto la regione Calabro-Sicula si è tanto sollevata negli ultimi avvenimenti geologici. In niuna parte d'Europa infatti, dice il celebre Lyell, quanto in Sicilia, le formazioni dei più antichi depositi postpliocenici non paiono estendersi sopra una superficie così larga, ed elevarsi ad altezza così considerevole.

3.

Carattere vulcanico dell'Italia e specialmente dell'Italia Meridionale. — Origine e causa del vulcanismo. — Metamorfismo delle rocce. — L'Italia è regione quasi unica in Europa in cui i sotterranei incendi divampino con tanto ardore ancora attualmente: ma essa pure, partendo dalle eruzioni porfiriche, ebbe, secondo ogni apparenza, un lungo periodo di pace che prolungossi durante tutta l'epoca del giura e della creta: solo verso la fine dell'epoca cretacea ridestossi il vulcanismo nella Penisola; ed il moderno vulcanismo è, in genere, conseguenza di quel sollevamento che aggruppò i continenti intorno al Polo Artico. Che poi questi movimenti seguitino ancora oggidì, specialmente nell'estremo meridionale della Penisola, non può revocarsi in dubbio: prova ne sono l'attività alternativa dell'Etna, dello Stromboli, del Vesuvio e dei vulcani sottomarini di quella regione, le frequenti scosse dei terremoti, l'apparire e la successiva scomparsa di isole in seno al mare, l'aumentare delle spiaggie in certe località e l'invasione del mare in certe altre.

Questo continuo avvicendarsi di sollevamenti e di sprofondamenti non è, del resto, proprio della sola Italia, regione eminentemente vulcanica; anche nelle regioni più discoste dai vulcani sentesi spesso, di tratto in tratto, traballare la terra che quà e là si rigonfia e si solleva, mentre altrove lentamente si deprime. Ma v'ha di più: la storia geologica del nostro globo altro non è, secondo i geologi, che una sequela di rivoluzioni,

sollevamenti, depressioni, conflagrazioni di vulcani, periodi di attività e di tempesta, periodi di riposo e di calma, e tutto questo lavoro succede ad intervalli e intermittenze. Agente primo di tanti fenomeni è quel calore interno di cui le osservazioni dello Scrope, e le esperienze di Daubrée, hanno mostrata la produzione perenne e la perenne attività, mediante l'azione delle forze chimiche, fisiche o meccaniche che operano senza posa nell'interno del globo.

La crosta terrestre risente l'effetto di questa attività così continua, ma così mutabile, per cui si spezza, si alza, si abbassa, e si curva e si contorce. Questa riproduzione, o meglio questo perenne sviluppo del calorico centrale, che si ripete complessivamente dalla continua attività chimica interna, è soggetto a continui squilibri; se qui si perde, là si accumula: ove si accumula, i processi chimici divengono più attivi e finalmente risultato di tutto ciò è l'aumento di volume delle masse sotterranee, quindi reazione contro la scorza esterna, quindi rottura e sollevamento: ove, in quella vece, scema la forza del calore, avrà luogo la depressione. E ciò avviene col moto continuo di tutti gli elementi tellurici e segnatamente dell'acqua, agente chimico e meccanico principale del calore stretto ad esso in connubio forzato nelle viscere della terra.

4.

Come la vulcanicità dei terreni Calabro-Siculi non debba indurre timori per la stabilità delle opere. — Lo stato attuale della Regione Calabro-Sicula, che ci interessa di preferenza, è certo che non durerà all'infinito: anzi, siccome nella natura tutto è circolo, e poichè l'attuale stato di cose è frutto dei precedenti rivolgimenti del globo, possiamo dire di assistere anche in oggi ad una costante e lenta trasformazione di forma, se non di sostanza, nella massa terrestre: la quale coll'avvicendarsi dei secoli farà forse anche totalmente scomparire lo Stretto, o perchè nuovi sollevamenti metteranno allo scoperto gli attuali fondi del Mediterraneo; o perchè faranno deprimere le attuali masse continentali: o finalmente perchè questi due fenomeni complementari insieme combinati porteranno in un modo qualunque ad un'altra, non importa quale, disposizione dell'insieme.

Digitized by Google

Ma la natura procede così lentamente nel compimento di questi mondiali fenomeni, che le epoche passeranno prima che qualche cosa di ben apparente siasi compiuto in quest'ordine di fatti. Finchè dura questo differenziale di tempo, che è la vita dell'uomo, tutto si mantiene sensibilmente costante; è per questo che noi appoggiamo con tanta sicurezza sulla terra, la quale ci rappresenta quanto abbiamo di più stabile e duraturo. Gli uomini nascono, crescono e muoiono senza che nulla abbia sensibilmente mutato intorno ad essi. Le stesse generazioni si avvicendano e si succedono e nulla cambia in modo apparente: noi perciò intraprendiamo la costruzione dei nostri così detti stabili edifici colla stessa indifferenza, là dove la terra è attualmente o fù maggiormente in preda alle oscillazioni, come in quei luoghi che andarono più immuni da queste cause. E di vero se, per la lentezza dei procedimenti della natura, e la relativamente assai breve durata delle nostre opere, noi non ne risentiamo l'effetto; per altra parte niun luogo è più dell'altro sicuro da tali sconvolgimenti.

Più di questi sono, terribili per l'uomo e per le sue opere gli effetti particolari del vulcanismo, i terremoti in ispecial modo: ma essi per la estensione che prendono, potendo ancora farsi sentire egualmente vicino ai vulcani, come nelle regioni più remote (il celebre Terremoto di Lisbona ne fa una tremenda e solenne conferma), divengono ovunque e quasi in egual grado temibili.

Tutti gli altri fenomeni del vulcanismo agiscono di preferenza vicino ai vulcani; ma il riversamento delle lave, che è uno di essi, si fa raramente, e volta per volta anche in limiti spesso abbastanza ristretti, per cui sulle falde dei coni vulcanici, e nelle sottoposte valli ugualmente, si veggono soventi sorgere senza peritanza le popolose città.

Lo studio della giacitura delle rocce eruttive poi, cioè dei loro rapporti colle rocce sedimentarie, ci mostra come le lave non sollevino mai, e se la crosta del globo oscillò e oscilla continuamente, ciò è dovuto soltanto all'esistenza del calore centrale per quanto questo può produrre delle dilatazioni o dei ristringimenti di volume nella massa della terra.

Conchiudendo pertanto; la vulcanicità dei terreni meridionali d'Italia e della Sicilia (su cui insistemmo lungamente, perchè vale da sola a caratterizzarli meglio di un complesso di altre particolarità che vi si volessero richiamare) non ci pare possa destare fondati timori sulla stabilità delle opere che vi si imprendessero

Digitized by Google

a costruire. Là, come altrove, vediamo infatti gli edifizi ben costruiti sfidarvi i secoli, nè più nè meno di quello che accada in ogni altra regione del globo.

I graniti sono saliti dalle ime profondità dell'Oceano tanto sulle vette delle Alpi (questa regione creduta ora così secura), come sulle creste meno elevate dell'Appennino meridionale e dei monti della Sicilia. I terremoti mostrano di non rispettare regione alcuna del globo, ma su tutte indistintamente fanno alternativamente sentire la loro potenza. Le grandi eruzioni si succedono ad intervalli abbastanza lunghi, e dànno ogni volta prodotti spesso abbastanza limitati da non invadere sempre tutta la circostante regione, di più tendono ai vicini punti più bassi e di preferenza ai bassi fondi di mare, dove non fanno che deporsi lentamente, e lentamente consolidarsi.

Ogni soverchio timore dunque, ogni dubbio maggiore per la stabilità delle opere costruite o costruende nella regione Calabro-Sicula sarebbe ingiusto od infondato, ed ingiusto ed infondato sarebbe quindi anche per la progettata comunicazione, di Galleria sottomarina.

Digitized by Google

PARTE SECONDA

COSTRUZIONE

CAPO I.

Redazione e descrizione del Progetto di massima. Planimetria.

1.

Norme e criterii generali a seguirsi per pervenire alla determinazione del tracciato più conveniente. — Condizioni a cui deve soddisfare il tracciato. — Dimostrare la possibilità e la convenienza economica di collegare il sistema ferroviario della Sicilia a quello della Penisola Italiana, per mezzo di comunicazione sottomarina attraverso lo Stretto di Messina, è lo scopo immediato di questo lavoro. L'orografia, l'idrografia, la natura delle rocce, l'ubicazione, la forma ed il costo dell'opera finita; le condizioni dell'esercizio, l'importanza del traffico attuale cogli Isolani, (tenuto conto delle mutate condizioni politiche) e di quello che ne dovrebbe seguire ad opera compiuta, in altri termini l'utile che dal compimento dell'opera progettata si potrebbe ricavare: ecco quali dovranno essere le nostre basi d'apprezzamento.

Una ferrovia da costruirsi, scrive ancora il Prof. Rafanelli (1), deve

(1) Memoria — Ferrovia Chiavari-Parma.

Digitized by Google

essere considerata sotto il doppio aspetto dell'utilità che a lavoro eseguito presterebbe al pubblico, e dell'utilità in corrispettivo della quale l'industria privata può assumerne la costruzione e l'esercizio. Sotto ognuno di questi diversi aspetti converrà dunque studiare la questione. Partiremo dalla oro-idrografia dello Stretto, sembrandoci che il riconoscimento della forma, della superficie del suolo, la prima a cadere sotto i nostri sensi, debba tutto precedere; potremo così limitare una zona, più o meno estesa, di terreno sulla quale immancabilmente dovrà cadere il tracciato; e quindi, per via di esclusione, venire a quella costruzione planimetrica che sia per riuscire, sotto ogni rapporto, la più conveniente.

La Galleria deve essere possibilmente la più breve, le pendenze le minori possibili; il tracciato deve ammettere un facile raccordamento dei due sistemi, colle curve le più aperte; infine esso deve riuscire il più economico, ed il più utile, sia rispetto alla costruzione che all'esercizio: sono questi i primi quesiti che ci siamo posti, al resto dovrà supplire il senso comune.

2.

Costruzione del piano. — Sonde. — Curve orizzontali. — Natura del fondo marino. — Spiegazione della I^a tavola. — Stabilita intanto la zona di terreno sulla quale invariabilmente il tracciato doveva aver luogo, si passò a segnarvi le curve orizzontali in modo che offrissero, ogni 10 metri di differenza di livello, un'esatta idea della configurazione del suolo: operazione resa possibile dalle buone carte che avevamo a nostra disposizione, ricche di numerosissime sonde in tutti i punti dello Stretto; e che alla sua volta è una prova a posteriori dell'accordo di esse quote, e mostra come fossero esattamente determinate. Non una sola infatti delle moltissime quote marine riportate dalle carte, poste in opera, fu trovata occupare (in questa delicata prova a cui lo abbiamo tutte dovute sottoporre) un posto che non le convenisse nel piano che presentiamo; e del quale ognuno può apprezzare l'aggiustatezza e la razionabilità sotto questo aspetto, dovuta tutta intera alla mirabile concordanza delle sonde.

Ma poichè, in un colla profondità, le quote di cui è oggetto

offrivano pure la natura del fondo marino, si potè fare di più, riunire cioè in gruppi le quote di identica o affine denominazione, mediante linee di costruzione, e spartire così la superficie di quel suolo in altrettante zone, ogni una delle quali insieme legasse in un sol gruppo le quote comprese sotto una medesima o congenere denominazione.

Tutto il suolo sottomarino fu, per tal modo, spartito in due gruppi principali, fondando questa prima divisione sul diverso grado di coerenza, e quindi sulla consistenza dei terreni, che formar dovevano ciascun gruppo. Così venivano ancora grossolanamente distinte le masse appartenenti a formazioni di epoche precedenti, da quelle di attual formazione sul fondo del mare.

Sei principali classificazioni di sonde vennero comprese nel primo gruppo: le rocce propriamente dette, le conchiglie, le conchiglie rotte, le madrepore, i coralli, e le erbe o erbai.

I sottogruppi che sono tre, per questo primo gruppo, cioè uno per le rocce propriamente dette, un secondo per le conchiglie, un terzo per le madrepore, vennero con apposite linee distinti.

Nel secondo gruppo comprendevansi tutti i terreni affatto incoerenti: le pietre, le ghiaie, le sabbie grosse e fine, ed il limo, con tutte le loro molteplici gradazioni, mantenendo anche per questo secondo gruppo la sottodivisione fra le prime cinque categorie di terreni ed il limo.

Queste rappresentazioni grafiche, unite alle principali indicazioni sulla natura del fondo marino, danno chiaramente l'ubicazione di ogni gruppo o sottogruppo, ne porgono la natura, e ne mostrano l'estensione ed i confini di ognuno rispettivamente.

L'utilità di queste indicazioni la vedremo in seguito nel tracciamento della Galleria sottomarina, per ischivare, quanto sia possibile, i terreni incoerenti; e nella composizione medesima del diagramma geologico dei terreni attraversati dal tracciato. A noi basti ora l'osservare che dai soli fisici caratteri generali dei terreni componenti ciascuna di queste partizioni, si può con una certa sicurezza di operato risalire alla formazione geologica a cui appartengono, nota essendo la natura delle rocce costituenti le masse terrestri della regione Calabro-Sicula.

Dopo quanto si è detto nella prima parte, non vi ha dubbio pertanto che, alle formazioni cristalline dello Stretto, non debba quasi esclusivamente appartenere il fondo roccioso del medesimo; come fondo conchigliero voglia significare una delle due formazioni

Digitized by Google

plioceniche, e quaternarie, ricche di fossili che rivestono le coste Calabro-Sicule; e come finalmente sotto la denominazione di madrepore, e di coralli (1), debbano intendersi masse ferme e coerenti non solo, ma masse formatesi sopra formazioni sode e coerenti, epperciò sopra formazioni da collocarsi nel primo gruppo.

3.

Planimetria del tracciato. — Punti da congiungersi. — Preferenza accordata alla linea fra Villa S. Giovanni e Ganzirri. — Il piano costrutto, vi segnammo l'anticlinale principale, che con direzione alquanto tortuosa va da Villa S. Giovanni a Ganzirri. Segnammo ancora le sinclinali che corrono lungo lo Stretto; delle quali, la principale, piegando verso la sponda Siciliana, interseca l'anticlinale a meno d'un chilometro di distanza dal lido di Ganzirri.

Se ora ricapitoliamo le condizioni a cui il tracciato deve soddisfare; troviamo alla prima (di avere la galleria più breve possibile), non soddisfarsi altrimenti che seguendo un tracciato rettilineo, tenuto normale allo due coste e quindi ancora all'asse dello Stretto, dove è minima la larghezza di quest'ultimo; ed in conseguenza, imprescindibilmente nella zona che fra Punta del Pezzo e Capo del Faro è compresa.

La seconda condizione, quella si era di avere minime le pendenze, a questa non si può meglio soddisfare che seguendo lo

(1) Le madrepore sono polipai pietrosi, ed a quanto pare, il prodotto della secrezione calcare operata dai polipi, i quali fissatisi, spesso a profondità assai considerevoli, sotto il livello del mare, paiono svilupparsi elevando poco a poco delle espansioni fogliacee e delle ramificazioni, le quali accumulate poi in masse considerevoli, costituiscono in certi paraggi delle formazioni intere di rocce calcari, serventi di base alla maggior parte delle isole dei mari intertropicali, e le quali, nelle epoche anteriori divennero poi i vari marmi e calcari madreporici.

I coralli sono ancora un genere di polipi corticali che, come le madrepore, e gli erbai medesimi delle alghe, si sviluppano sopra le altre formazioni.

Digitized by Google

sviluppo dell'anticlinale principale dello Stretto, facendo cioè corrispondere il punto più basso del sotterraneo sulla verticale che passa per l'intersezione dell'anticlinale mentovata colla sinclinale principale dello Stretto.

Terza condizione era di avere un facile raccordamento dei due sistemi ferroviari. Questa terza condizione viene facilmente soddisfatta fissando un limite di curvatura alle curve di raccordamento; ed aiutandosi col senso pratico, nel tener conto dell'ubicazione del suolo e della facilità relativa che esso presenta al tracciamento delle diramazioni pel raccordamento della galleria colle linee delle due reti prima; e poi, di queste fra di loro; non che ancora di tutte quelle altre circostanze che, direttamente o indirettamente, possono influire sulle determinazioni a prendersi nel fissare le direzioni da seguirsi coi nuovi tratti; e rendere maggiormente fruttifere le linee costrutte, e ridurre la spesa di costruzione per quelle ancora a costruirsi.

Partendo dallo stato presente di cose, il tracciato doveva insieme raccordare le linee ferroviarie che vengono da Messina e da Reggio seguendo le due spiaggie, e di più ammettere possibili ramificazioni sulla costa settentrionale della Sicilia e della Calabria, e quindi i necessari raccordamenti fra i tronchi che rispettivamente si corrispondono.

Non essendo possibile pienamente soddisfare a ciascuna, individualmente, delle condizioni esposte, noi cercammo di soddisfare a tutte complessivamente nel miglior modo, tenendole tutte contemporaneamente presenti; e limitando quanto fosse possibile il sacrificio di ognuna di esse.

È così che senza mai perdere di vista i punti fondamentali della quistione e procedendo per esclusione, col metodo delle false posizioni, potemmo pervenire alla determinazione di quel tracciato (V. piano unito) che, riducendo ad un minimo le difficoltà tutte che l'opera deve per sua natura presentare, meglio di ogni altro soddisfacendo (almeno per quanto sembraci) a tutte le esigenze dei tre punti sovrindicati, doveva ottenere la preferenza dell'adozione.

Nè questo poteva bastare ancora; colle tre precedenti trovasi sempre in prima fila la questione riguardante la natura dei terreni attraversati: fin d'ora però anche rispetto a questa questione possiamo rassicurarci che, almeno in via di massima, il tracciato adottato la soddisfa pienamente.

4.

Orientamento dell'asse della Galleria progettata. — Vie d'accessione alla medesima. — Variante. — Diramazioni del tracciato. — Eccoci adunqne condotti a quella fra tutte le false posizioni che, vincendo il confronto di ogni altra, è in caso di offrire sotto ogni aspetto le migliori condizioni, e tutte le facilitazioni possibili, sempre in via di massima. E noi possiamo riposarci sulla certezza, che il tracciato vero, più conveniente, e definitivo non sarà per discostarsi molto da quello che or ora abbiamo trovato, e che, partendo da Villa S. Giovanni sulla costa calabrese, va più o meno tortuosamente seguendo l'anticlinale dello Stretto con direzione nord-ovest a Ganzirri sulla prospiciente costa siciliana. Villa S. Giovanni e Ganzirri; ecco dunqne, o presso a poco, i punti delle due coste che segnano la direzione della parte sottomarina del sotterraneo, il quale, deviando a ciascuna delle estremità, tende mediante ampie curve di raccordamento a condnrsi sulle coste, dove riesce allo scoperto presso la Villa della Grotta dal lato della Sicilia, sotto il paese di Azarello da quello della Calabria.

Due vie d'accessione pertanto ammette la comunicazione sottomarina da noi progettata, una per costa; che volgendo a mezzodì tendono a Messina l'una, a Reggio l'altra. La ragione di questa disposizione sta in ciò, che due sole vie d'accessione essendo sufficienti allo scopo, si dovevano considerare come principali quelle che, tendendo a due città cospicue e vicine, avevano ancora il vantaggio di presentare coi più chiari caratteri dell'evidenza l'utilità dell'opera, collegando i capi di due linee costrutte e percorrenti i più ubertosi terreni e le più popolose vallate.

Non abbiamo tralasciato però di accennare ad una Variante, per la quale si condurrebbe l'attuale tracciato (fra Villa S. Giovanni e Ganzirri) a portare l'imbocco calabrese (prima sotto Azarello) presso Canitello sulla costa settentrionale della Calabria; così si ridurrebbe ancora la lunghezza del tratto di Galleria da scavarsi nei terreni sommersi.

Questo secondo tracciato che potrebbe convenire quanto il Tracciato inferiore studiato nel progetto, quando si pensasse a costrurre una linea ferroviaria sulle coste settentrionali della Calabria che, pel litorale o per Cosenza, andasse a collegarsi a Salerno

colla linea tirrena della Penisola, fu per ora da noi abbandonato, per volgere il tracciato al collegamento della linea costrutta, che a Reggio fa capo.

Non ci occuperemo ora dunque che del Tracciato inferiore fra i due imbocchi principali, della Grotta e di Azarello, accontentandoci di avere accennato alla possibilità e forse alla convenienza del Tracciato superiore, colla variante per Punta del Pezzo e Canitello. Non seguiremo neppure le direzioni che prenderebbero le vie di collegamento che dai due imbocchi, seguendo lo sviluppo delle due coste, andrebbero nel modo più conveniente a rannodarsi alla rete peninsulare da una parte, ed alla siciliana dall'altra; perchè la comoda disposizione che presentano al tracciamento di una strada ferrata quei due litorali ci dispensa dall'occuparcene qui.

Diremo piuttosto sul modo di collegamento delle linee e diramazioni, che eventualmente potessero convenire sulla costa settentrionale della Sicilia, come pure su quella delle Calabrie con quelle altre che vanno sulle coste meridionali, da una parte e dall'altra ugualmente; e così ancora del collegamento delle une e delle altre per mezzo della Galleria sottomarina, la quale mirando all'unione delle due reti, non deve accontentarsi di collegare due sole arterie delle medesime; ma a tutte, occorrendo, in egual modo provvedere. Non ci pare tuttavia che per ciò fare sia necessaria biforcazione alcuna della galleria, tanto più che così facendo, bisognerebbe allora pensare alla costruzione di più stazioni tutte vicinissime fra di loro, ed al collegamento medesimo, in galleria o allo scoperto, fra le stazioni medesime collocate sopra una stessa sponda. Quantunque pertanto il servizio possa sembrare più diretto nel primo modo, ci pare meglio convenire una galleria con due soli imbocchi, uno per ogni costa, la quale faccia capo, da una parte e dall'altra parimenti, in una stazione litoranea presso all'imbocco della galleria in qualunque punto della costa debba questo riuscire, e da questo poi, per il litorale ed allo scoperto, spingere delle diramazioni che stabiliscano la circolazione litoranea su tutte le direzioni, e congiungano in istazione tutte le linee di una stessa rete; e per mezzo della Galleria sottomarina, le due stazioni e quindi le due reti fra di loro.

Digitized by Google

5.

Curve e loro raccordamento. — Lunghezza dei rettifili e delle curve. — Larghezza dello Stretto di Messina, e massima profondità del fondo marino, nella direzione del tracciato. — Il Tracciato Azarello — La Grotta per Villa S. Giovanni a Ganzirri che solo prenderemo a studiare d'ora innanzi si compone:

Di un breve tratto rettilineo di metri 1140
a partire dalla Stazione della Grotta.

Di un'ampia curva di raccordamento di metri 1300
di raggio e metri 3080
di sviluppo, volgente la sua concavità al mezzogiorno.

Di altro breve rettifilo di metri 1230

Di una controcurva volgente la sua concavità al nord,
dello stesso raggio di m. 1300 e dello sviluppo di metri 690
pel tracciato che consideriamo.

Segue un terzo allineamento retto di metri 1280
ed altra curva, ancora del raggio di metri 1300 e dello
sviluppo di metri 910
tendenti a condurre il tracciato sulla sponda calabrese.

Più un ultimo allineamento retto fino alla Stazione di
Azarello, di metri 670

In tutto metri 9000
di sviluppo, non comprese le stazioni.

Finalmente la larghezza dello Stretto fra Villa S. Giovanni e Ganzirri, seguendo la direzione del tracciato, è di metri 4200; e la massima profondità del fondo di metri 118 circa, sulla sinclinale dello Stretto a 875 metri di distanza dalla costa siciliana.

La Variante o Tracciato superiore, la Grotta, Ganzirri — Punta del Pezzo per Canitello, ci offre lo stesso rettifilo sulla sponda siciliana di metri 1140
la stessa curva di metri 3080
di sviluppo che ci offriva il tracciato principale o inferiore, e lo stesso rettifilo di metri 1230
di sviluppo; ma la controcurva che era di soli metri 690
di sviluppo nel tracciato principale, acquista in questo

A riportarsi 5450

Riporto 5450

uno sviluppo maggiore aumentando la sua lunghezza fino a metri 2250

Un rettifilo di metri 1300

completa il tracciato fino alla Stazione di Canitello.

Abbiamo così pel Tracciato superiore in discorso, lo stesso sviluppo totale di metri 9000

che si aveva nel Tracciato principale o inferiore.

La larghezza dello Stretto seguendo il Tracciato superiore della Variante, è fra Punta del Pezzo e Ganzirri di metri 3950, la massima profondità del fondo la stessa che nel Tracciato principale o inferiore per Villa S. Giovanni.

CAPO II.

Segue la descrizione del Progetto. Altimetria.

1.

Spaccato o diagramma geologico dello Stretto fra Villa S. Giovanni e Ganzirri. — Spiegazione della II^a tavola. — Immaginiamoci ora di trovarci nel punto in cui venne da noi segnata la Stazione della Grotta sulla costa siciliana, e di spingere con immane forza una potente lama nel suolo; e di seguire con essa la direzione del Tracciato fino alla corrispondente Stazione di Azarello sulla costa calabrese, in modo che la grande sezione che faremo, divida l'onda non solo, intercettando la comunicazione fra i due mari; ma raggiunga il fondo sottoposto, e l'opposta sponda; e penetri quei terreni fino ad una profondità qualsivoglia. Immaginiamoci ancora di poter tutta rimuovere la parte meridionale della grande sezione, e che le acque del bacino superiore s'arrestino là; immaginiamoci per di più di trovarci, presso a poco, nella posizione dove ora si trova la Città di Messina; che cosa avremo innanzi? Un grandioso spaccato geologico. Quello che, tutto sfigurato, per non dir solo molto meno preciso, e ridotto in

Digitized by Google

iscala 10000 volte più piccola, noi abbiamo inteso di raffigurare nella seconda tavola che accompagna qnesta memoria. Tale spaccato noi ci procurammo, raccogliendo tutti i dati che ci fu possibile di radunare, e completando il resto per induzione dopo maturo esame dei dati medesimi, e studio per quanto ci fu possibile completo, delle relazioni geologiche che li collegano; però, siccome molti dati, anche facilmente attendibili coi mezzi ordinari dal geologo, che può recarsi sul luogo, esplorare, osservare e prendere quante misure vuole ed in suo comodo, ci mancavano affatto; così, non ci resta che implorare l'indulgenza di tutti coloro, cui per avventura capiterà in mano questo scritto.

Abbiamo non pertanto dati sufficienti per credere che questo diagramma geologico, tuttochè imperfetto, non si allontani molto dal vero. Noi abbiamo infatti nella prima parte di questo lavoro imparato a conoscere i terreni dello Stretto: dal periodo a cui appartengono possiamo anche in parte indurre la spessezza dei loro strati; le linee poi di passaggio fra l'uno e l'altro terreno sul piano, la natura delle sonde nello Stretto, la genesi geologica dei terreni, e più di tutto la semplicità, tanto nella disposizione, quanto nel numero, delle rocce componenti qnello spaccato, che non potrebbe guari essere maggiore, tutto infine ci autorizza a credere che, anche senza aver potuto fare tutte le osservazioni possibili, e misurare direttamente l'inclinazione degli strati; noi siamo entro i limiti, se non sempre del certo almeno del molto probabile. E di vero oltre a tutto ciò che fu sopra enumerato, conoscevamo il profilo dei terreni sommersi, ed avevamo qnalche criterio per arguirne quello dei terreni emersi, almeno per quelle parti che ci interessano. Il brano della lettera del prof. Seguenza di Messina, che abbiamo più sopra riprodotto, s'accorda pur esso nel confermarci ciò che da disparate fonti abbiamo contemporaneamente attinto.

Gettando ora uno sguardo su questo spaccato, noi vi troviamo un gran fondo di rocce granitiche o ampio letto di gneiss, granito, pegmatite, ecc. ricoperto sulla sponda sinistra dalle sabbie e grés quaternari marini per un'altezza variabile, ma vicina ai 100 metri; sulla sponda destra, dai terreni terziari, marne e calcari pliocenici, per una spessezza alqnanto minore. Quanto al fondo marino esso appare costituito dalle stesse rocce granitiche, ed in parte rivestito dai medesimi terreni terziari e dalle sabbie alluvionali postplioceniche e recenti, non che dalle madrepore; ma per una grossezza minima.

2.

Altimetria del tracciato. — Criteri generali. — Precisata la più conveniente direzione planimetrica da seguirsi coll'asse stradale della Galleria sottomarina, noi passiamo ora a determinare quest'asse nella sua vera posizione altimetrica, la quale, lo si sottintende, doveva esistere già costrutta nella nostra immaginazione dal primo momento in cui le idee si fissavano sul tracciato proposto: non è infatti che per agevolare il còmpito della nostra mente, che noi conveniamo, con noi medesimi, di scomporre le idee complesse, concepite del resto e concretizzate sempre nel loro insieme.

Intanto quali saranno i criteri che ci condurranno alla costruzione altimetrica del sotterraneo?

Da un lato, eccoci il profilo dello Stretto, nella sua larghezza e nella sua profondità massima e nella sua vera forma e figura, con una spessezza obbligata, se non definita, da lasciarsi alla roccia che dovrà servire di tetto al Sotterraneo e reagire contro la pressione del sovrapposto mare; sì, che trovisi egualmente al coperto da ogni eventuale pericolo di rottura, come da quello delle filtrazioni; dall'altro un limite nella pendenza, ed uno eziandio nella lunghezza della Galleria. Non è possibile, a rigore di termini, fissare i limiti di queste questioni, delle quali alcune pendono incerte, altre non vennero mai discusse se non nell'insieme o sono per la loro natura così mutabili, così relative, che volerne dire qualche cosa di assoluto sarebbe veramente pretendere l'impossibile. Non possiam quindi fissar loro un limite, dire cioè dove l'una debba finire o principiar l'altra.

3.

Resistenza del suolo. — Minima spessezza assegnata ai terreni che separano il fondo marino dal cielo del Sotterraneo. — Disposizione altimetrica dell'asse della Galleria. — Sua massima profondità. — Conosciuta la natura dei terreni che forman vôlta sul Sotterraneo, ed il loro coefficiente di resistenza, si potè determinare la spessezza minima da assegnar loro, perchè il vôlto presentasse

Digitized by Google

la resistenza sufficiente ed un certo grado di stabilità da opporre alla massa d'acqua sovrincombente.

Dai calcoli istituiti in proposito risultò infatti come con una grossezza di soli metri 2,60 di rocce cristalline, della natura di quelle del granito, si potesse avere nell'opera un coefficiente di stabilità del $\frac{1}{20}$ (1).

Si potrebbe ancora determinare la spessezza minima che guarentisse la Galleria dalle infiltrazioni, anzi pure dai trasudamenti, mediante brevi calcoli, ed opportune esperienze. Ma chi ci guaren-

(1) Ecco il modo di farlo:

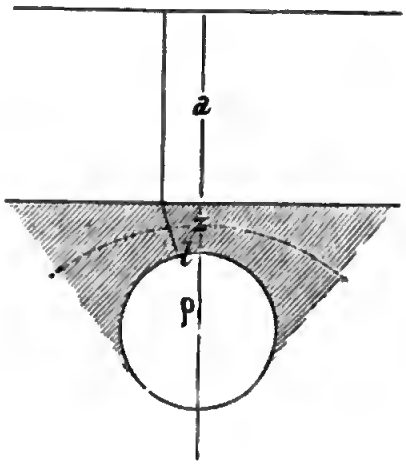
Consideriamo un punto qualunque di un arco equilibrato, dicendo:

T la risultante di tutte le forze estrinseche applicate a questo punto; già sappiamo che la sua direzione, per la definizione stessa di questi archi, risulterà tangente all'asse dell'arco, ed il suo valore uguale a quello della reazione molecolare che viene provocata sulla sezione normale che passa pel punto. Dicendo:

N la forza normale applicata all'asse del medesimo arco per ogni sua unità di lunghezza, e dicendo,

r il raggio di curvatura in quel punto, esisterà fra queste quantità la relazione

$$(1) \qquad T = N r$$



Se da altra parte indichiamo con

z la spessezza minima della roccia in chiave alla Galleria (considerata

tirebbe poi l'omogeneità dei terreni per tutta la loro estensione? Questi calcoli sono possibili, e non è inutile farli perchè spandono sempre della luce sopra una questione così oscura per sua natura: ma noi cui interessa più di tutti prevenire i possibili accidenti, non sapremmo sicuramente arrestarci là. Adotteremo invece una grossezza tale, che ci premunisca contro ogni eventualità, senza tuttavia rientrare con ismoderanza nell'irrazionabilità per soverchio timore.

Trentacinque metri circa di spessezza furono pertanto lasciati ai

come una vôlta a botte il cui estrado sia un piano orizzontale), cioè la più breve distanza fra l'intrado ed il sovrapposto fondo marino; e sia;

ρ il raggio dell'intrado della galleria;

a un'altezza fittizia di uno strato di roccia della natura di quella che costituisce il cielo del sotterraneo, ed il cui peso sia uguale a quello della falda d'acqua che sovrincombe all'anello di galleria che si considera (e poniamo sia il più basso);

l una lunghezza molto piccola contata a partire dalla chiave;

Π il peso del m. c. di roccia attraversata;

R il coefficiente di rottura della medesima;

n il coefficiente di stabilità da adottarsi.

Se ci riferiamo ad una lunghezza di galleria ugnale all'unità; se osserviamo che per un piccolo tratto verso la chiave, il vôlto trovasi nelle condizioni di un arco equilibrato, e se cerchiamo i valori di N e di r, si trova che:

$$N = \Pi \frac{\frac{\rho + \frac{z}{2}}{\rho} l.\, z + \frac{l + z}{\rho} l.\, a}{\frac{\rho + \frac{z}{2}}{\rho} l} = \Pi \frac{\frac{z^2}{2\rho} + \left(1 + \frac{a}{\rho}\right) z + a}{1 + \frac{z}{2\rho}}$$

$$r = \rho + \frac{z}{2} = \rho \left(1 + \frac{z}{2\rho}\right)$$

Sostituendoli nella (1) si ricava il valore della forza comprimente

$$T = \Pi \left\{ \frac{z^2}{2} + (a + \rho)\, z + a\rho \right\} = n\, R\, z.$$

la quale risoluta rispetto alla spessezza da due valori di z, l'uno piccolo l'altro assai grande; il minore conviene per la pratica.

Paragonando ora il gneiss dello Stretto, in cui va praticata la parte sottomarina della galleria, al granito bigio di Montorfano sul Lago Maggiore

terreni che separano il fondo marino dal sotterraneo, nel punto più depresso di quest'ultimo, corrispondente alla sinclinale dello Stretto, là dove il cielo della galleria si trova alla profondità massima di metri 153 sotto il livello medio del Mediterraneo. Negli altri punti meno depressi, tale spessezza si mantiene uniforme per quasi tutto intero il tratto sottomarino della galleria, e di circa 33 metri.

Avendo per tal modo adottato una dimensione dieci e più volte maggiore di quella somministrata dalla teoria, giova sperare che siasi ora largamente provvisto al caso possibile d'imperfetta omogeneità nei terreni, e non v'abbia più fondamento a temere.

Al punto di massima depressione mentovato, si accede dalle due parti con due piani inclinati, disposti l'uno contro l'altro, e di uguale pendenza, eccettuatone un breve tratto, di un chilometro di lunghezza, corrispondente circa alla metà dello Stretto; circoscrivendo per tal modo una poligonale al profilo del medesimo.

Questa particolare costruzione è giustificata dalla forma del profilo dei terreni sottomarini: era infatti impossibile dare alle due maggiori salite una pendenza meno sentita se i due imbocchi della galleria stavan fermi; salvo che si volesse contemporaneamente diminuire la spessezza della roccia che separa la Galleria dal sovrapposto fondo marino. Per altra parte tornava pure inutile prolungare le medesime rampe fino all'incontro delle loro direzioni; il che spiega l'esistenza del tratto di minor pendenza, che si trova circa a metà lunghezza del Sotterraneo.

del quale conosciamo il peso specifico eguale a $2^k,66$ e la resistenza alla rottura per pressione riferita al millimetro quadrato eguale a $6^k,80$ si trova,

$$R = 6.800.000 \text{ Chilogr. per m. q.}$$

$$a = \frac{118^m}{2,66} = 44^m,36$$

ed essendo $\rho = 4^m,50$, $\Pi = 2660^k$, ponendo $n = \frac{1}{20}$ sostituendo e risolvendo si trova:

$$z = 2^m,60.$$

Il procedimento ora seguito, è quello stesso che fu recentemente proposto dal nostro Prof. di Costruzioni, l'esimio Cav. Curioni, per determinare la spessezza alla chiave nelle volte grosse; noi abbiamo creduto poterlo estendere a questo caso particolare.

Digitized by Google

4.

Pendenze. — Stato attuale della questione. — Condotta a questo punto la questione, perdendo della sua generalità, si era di molto limitata e semplificato ad un tempo il suo enunciato; bastava infatti chiedersi, se fosse più conveniente una pendenza forte od un lungo traforo, e fra quali limiti convenisse restringere queste due idee complementari.

Il dilemma a cui saremmo così pervenuti, si espone abbastanza semplicemente, ma la questione non è meno delicata di quello che prima lo fosse, e ben lungi dall'esser risolta. Infatti v'ha da un lato, scrive il già mentovato Prof. Rafanelli, una schiera che argomenta in favore delle pendenze minime e dei lunghi trafori, indi dei maggiori svolgimenti in lunghezza; questo sistema, che può convenire alle compagnie, le quali o hanno guarentiti gli interessi dei capitali impiegati, ovvero hanno assunto l'esercizio sotto guarentigia, non collima coll'interesse del pubblico, quanto il sistema professato dall'opposta parte che raccomanda le forti pendenze a preferenza.

Non possiamo fin d'ora presentire, quale sarà l'ultima parola della scienza intorno alla declività delle linee ferroviarie, tuttavia noi vediamo i propugnatori delle forti pendenze guadagnare terreno ogni dì più, e gli esempi di forti pendenze moltiplicarsi sempre in numero ed importanza.

5.

Pendenze adottate nel Progetto. — Ragioni per tale adozione. — Lunghezza dei due piani inclinati della Galleria. — Per non aumentare eccessivamente la lunghezza del Sotterraneo, noi abbiamo creduto bene di adottare sui due tratti rampanti estremi della galleria una pendenza molto forte, il 4 per 0[0 e la stessa per entrambi; infatti: « *quando una ferrovia deve essere in tutto il percorso a forte pendenza esercitata collo stesso motore, la spesa minima richiede come condizione che la pendenza sia uniforme.* » (RAFANELLI, *Esercizio delle ferrovie*). Questa però deve essere ridotta della parte dovuta alla resistenza delle curve (1) pei tratti che non fossero retti-

(1) La resistenza di una curva, trasformata in millimetri di pendenza per metro su tutta la lunghezza della curva, è espressa, nei limiti delle e-

Digitized by Google

linei; ma nel caso nostro questa resistenza sarebbe così piccola ($0^m,138$ per 0[0) che non vale guari la pena di occuparcene, almeno per ora; ma sarà sempre possibile ricondurre i tratti in curva a resistenze normali solo che si facciano avanzare verso l'esterno superiore i due piani inclinati di una quantità conveniente, e di una corrispondente quantità gli imbocchi medesimi.

Colla pendenza adottata, ammettendo le Stazioni d'imbocco, tanto calabrese che siciliana, a 10 metri sovra il livello del mare, si discenderebbe alla parte bassa della galleria con un piano inclinato di 4250 metri dalla parte della Sicilia; e di altri due piani inclinati di metri 1000 e 3750 rispettivamente, dalla parte della Calabria, cioè in tutto metri 9000 di via a forti pendenze fra le due Stazioni d'imbocco.

6.

Le pendenze adottate costituiscono solo un punto di partenza pel tracciato definitivo. — Questa è la soluzione più conveniente che noi abbiamo creduto di poter dare al problema; le pendenze adottate tuttavia non essendo imposte dalla natura, potranno variarsi a volontà ove la convenienza di farlo potesse manifestarsi; esse non istabiliscono per ora che un punto di partenza pel tracciato definitivo che si dovesse adottare. Il tracciato attuale del resto emerge ne' suoi caratteri essenziali e, per quanto possa essere suscettivo di modificazioni, queste non pertanto non verserebbero, a noi giova sperarlo, che su punti secondari.

Le ragioni poi che ci persuasero ad accettare una pendenza così forte, e questa anzichè un'altra, sono specialmente le seguenti:

1° Ridurre la lunghezza del traforo;

2° L'essere tali rampe superabili colle locomotive a forti pendenze (1);

sperienze eseguite, dalla formola $2\frac{V^2}{R}$ ove V è la velocità in chilometri riferita all'ora, ed R il raggio di curvatura in metri (Rafanelli. *Ferrovia Chiavari-Parma).* Ponendo $V = 30$ chilom., essendo $R = 1300$ metri troviamo nel nostro caso tale resistenza equivalere alla maggior pendenza di $1^m,38$ per 00[00.

(1) A questo riguardo, citeremo qui alcune particolarità tecniche dei due principali piani inclinati italiani: da Busalla a Pontedecimo (Giovi), e da

Digitized by Google

3° L'avere, in qualunque verso sia diretto il convoglio, una pendenza prima ed una corrispondente contropendenza poi. e l'essere quindi possibile non solo, ma vantaggioso, compiere l'esercizio

Pistoia alla Porretta; nonchè su quelli austriaci, del Semmering e del Brennero:

Indicazioni	Lunghezza della linea	Ascesa massima per 00/00	Pendenza media per 00/00	Minimo raggio delle curve
Appennino ligure....	C.m. 10,41	35	26,03	m. 400
Id. toscano...	» 39,74	25	20,46	» 300
Semmering.....	» 41,72	25	»	» 180
Brennero.....	» 125 —	25	15,43	» 285

Ma giovorà particolarmente citare qui riassunto un brano della relazione al Ministero dei Lavori Pubblici del cav. F. Biglia, Ispettore dell'Esercizio delle ferrovie del Regno. (Vedi *Giornale del Genio Civile*, anno 1869).

Ivi dunque, scrive l'Autore (dopo d'aver parlato della ferrovia provvisoria di Don Pedro II nel Brasile che aveva una lunghezza di 5500 metri, una pendenza del 5,5 p. 0|0, e delle curve di 69 metri che per di più combinavano colle massime pendenze, e sulla quale una locomotiva ad aderenza ordinaria del peso di 28,5 tonnellate, rimorchiava per tre anni colla velocità di 7 od 8 chilom. all'ora un treno di 80 tonn. oltre al suo proprio peso lavorando però alla pressione di 10 atmosfere in caldaia), sulla linea di Jeffersonville ed Indianopolis havvi un piano inclinato esercitato a locomotive coll'ordinaria loro aderenza, i risultati del quale sono molto notevoli.

Quel piano inclinato di 2000 metri di lunghezza, con salita del 6,06 p. 0|0 in linea retta, si esercitava anticamente a cavalli, ora vi si applicarono le locomotive con ordinaria aderenza, secondo un tipo dell'ingegnere Renhen Wells, che furono poste in esercizio nell'estate 1868.

La nuova macchina ha cinque paia di ruote accoppiato di $1^m,10$ di diametro, cilindri di $0^m,50$ per $0^m,60$, tiene il tender sopra di sè e pesa, compreso l'approvigionamento, 50 tonn. Siccome la caldaia lavora con pressione di 9 a 10 atmosfere effettive, è facile avere nei cilindri una pressione media netta di 6 atmosfere, deducendone la pressione atmosferica e la compressione, la forza di trazione della macchina ossia la resistenza del convoglio, sarà data dall'espressione $T = p\, d^2 \frac{l}{D}$, perchè per un giro delle ruote motrici il lavoro prodotto dal vapore deve essere eguale a quello assorbito dalla resistenza del convoglio (vedi *Claudel formules*, § 522), nella quale p è la pressione media utile del vapore nei cilindri in chilogr. per centimetro quadrato, d diametro dello stantuffo, l corsa dello stesso, D diametro delle

Digitized by Google

della Galleria valendosi dei locomotori a forza centrifuga (1); oltre ad altre ragioni di secondaria importanza, come sarebbero, seguir meglio l'andamento del profilo, facilitare e diminuire quanto fosse possibile la durata della costruzione.

ruote motrici, cioè $T = 6^{k} \cdot 50^{2} \frac{60}{1,10} = 8182$ chilogrammi, cui sarà pari l'aderenza finchè il suo coefficiente non scenda a meno di $\frac{8182}{50000} = \frac{1}{6,1}$. Questa forza corrisponde al rimorchio di circa 84 tonn. di treno oltre alla macchina (V. *Claudel*, N. 506 e 511).

L'Autore aggiunge ancora che vi furono delle esperienze in cui queste locomotive portarono fino a 102 tonn., che la velocità ordinaria di esercizio con queste macchine è di 10 chilometri all'ora, che la via è a dolci curve, e che la macchina è a 10 ruote riunite in due gruppi, di cui uno anteriore con tre paia. È questa, seguita egli, la pendenza più forte che sia esercitata con locomotive ordinarie, per servizio pubblico; ma come vie provvisorie o per servizio della costruzione, questo limite venne superato, come ne abbiamo un esempio nella ferrovia Ottomana, nella costruzione della quale il signor Crampton adoperò su d'una via di servizio, di cui 800 metri avevano l'inclinazione del 9 per cento con curvo di 120^{m} di raggio, una locomotiva del peso di 10 tonn. che poteva rimorchiare 13 tonn. di treno oltre se stessa; e nella ferrovia dell'Ohio in America (via provvisoria attraverso alla montagna) con pendenze di 1|10, sulla quale una locomotiva ordinaria della linea, ad 8 ruote accoppiate, pesante 24 tonn., rimorchiava un tender di 12 tonn. (che, facendo una locomotiva speciale, poteva benissimo risparmiarsi e tradursi in peso utile), ed un convoglio di 13 tonnellate, ossia in totale un peso utile quasi uguale al proprio, oltre a se stessa, alla velocità di 12 a 16 chilom. all'ora, ed il coefficiente di aderenza su questa linea fu persino maggiore di 1|5.

L'esempio però (e ci accordiamo perfettamente coll'Autore) a pari altro condizioni non sarebbe da imitarsi per linee di maggior lunghezza di quelle, ed in tali condizioni igrometriche da avere minore aderenza od un coefficiente d'attrito più basso. Ma noi oltrechè abbiamo una pendenza minore che queste non sieno, abbiamo due piani inclinati l'uno di seguito all'altro e pendenti in verso opposto, ed il locomotore a forza centrifuga a cui poter ricorrere vantaggiosamente senza punto pensare all'idea di sistemi speciali come il Fell, il funicolare d'Agudio o l'atmosferico, per i quali si potrebbe dire non esservi più limite di pendenza, ma i quali crediamo doversi riservare a casi d'altra natura e meno del nostro ordinari.

(1) Il locomotore a forza centrifuga, scrive Oppermann (*Visite d'un ingénieur à l'Exposition universelle de 1867*), è l'applicazione ai treni delle strade ferrate del principio dell'accumulazione del lavoro nei volanti.

L'inventore, signor Schuberszky Ing. capitano in Russia, partendo dal

CAPO III.

Particolari di progetto.

1.

Lunghezza totale della Galleria a perforarsi. — Natura ed entità delle rocce attraversate. — Lunghezza totale della linea Messina-Reggio. — La lunghezza totale di galleria a perforarsi risulta in progetto di 8500 metri, cioè:

fatto che le pendenze del terreno in una direzione della via ferrata si succedono alternativamente nei due versi, e che nelle discese dei treni, la massima parte del lavoro dovuto alla gravità va perduto; pensò di intercalare nel convoglio un carro portante dei volanti messi in movimento per la rotazione delle ruote. Nelle discese l'apparecchio accumula una parte del lavoro della gravità, rallentando la velocità; e nella successiva salita, questa porzione di lavoro vien restituita al treno, ciò che aiuta la trazione della locomotiva.

La trasmissione del movimento in questo apparecchio, ha luogo per semplice contatto, ciò che diminuisce d'assai le resistenze passive, e la forza motrice può senza inconvenienti essere trasmessa secondo il bisogno dai volanti alle ruote motrici, o da queste a quelli.

Le dimensioni delle ruote motrici della macchina, di quelle di trasmissione e dei perni delle sale sono combinate in modo, che quando la velocità del locomotore arriva a 30 chilometri all'ora, quella dei volanti raggiunge il suo massimo di 142 metri al 1''.

Vi sono poi speciali disposizioni per le quali si può interrompere a volontà la comunicazione dei volanti colle ruote motrici, anche mentre quelli girano, il che era indispensabile per poter arrestare i convogli nelle stazioni intermediarie senza perdere molto della forza motrice dai medesimi acquistata.

L'apparecchio si dispone immediatamente dietro al tender o carro di scorta.

Alla partenza, se la via è orizzontale o a lieve pendenza, come è il caso ordinario, la locomotiva per imprimere movimento al treno deve a causa della presenza del locomotore spendere un eccesso di lavoro, ma questa spesa di lavoro è largamente ricompensata: in primo, la potenza viva del volante servirà a vincere le difficoltà che fossero per presentarsi, in secondo luogo, all'avvicinarsi delle discese si potrà regolare la dispensa di la-

Digitized by Google

1° Tratto, piano inclinato estremo della sponda siciliana	m.	4000
2° Tratto, » » intermedio	m.	1000
3° Tratto, » » estremo della sponda calabrese	m.	4500
in tutto metri . . .		8500

dei quali i primi 800 metri dall'ingresso sulla sponda calabrese nelle rocce tenere, marne e calcari pliocenici; tutta la traversata successiva di metri 7700 fino all'altro ingresso sulla sponda siciliana nelle rocce dure del gneiss (1).

A questa prima bisogna aggiungere la parte di via allo scoperto fino alle Stazioni d'imbocco; e poi l'altra, che fino a Messina e Reggio va a collegare queste colla rete siciliana da una parte, colla peninsulare dall'altra per mezzo di due vie di raccordamento, come segue:

1° Dall'imbocco siciliano alla Stazione della Grotta	m.	250	
2° Lunghezza della Stazione della Grotta	»	200	
3° Dalla Stazione della Grotta a Messina	»	5 050	
4° Per la traversata della Città e raccordamento colla rete siciliana.	»	3 000	
Totale. . . .	m.	8 500	8 500
5° Dall'imbocco calabrese alla Stazione di Azarello	m.	250	
A riportarsi		250	8 500

voro motore (in questo caso del vapore), perchè la gravità si incaricherà di restituire all'apparecchio la potenza viva spesa.

All'arrivo in istazione poi si sollevano i volanti, e si ha cura di non lasciarli discendere che allorchè le ruote abbiano nuovamente acquistata una velocità corrispondente a quella conservata dai medesimi.

I vantaggi procurati dall'aggiunta di questa macchina sono i seguenti: economia nelle spese di trazione, sia diminuendo la trazione delle locomotive, sia aumentando la carica del treno, ciò per le vie costrutte; per quelle ancora a costrursi a questi si aggiungono i seguenti: diminuzione della lunghezza del tracciato, impiegando più forti pendenze di quelle ordinariamente adottate e finalmente possibilità di convertire l'apparecchio in potente freno.

(1) Avvertiremo però una volta per tutte che tali quantità espresse, per fissare le idee, in cifre rotonde, devono necessariamente ritenersi come grossolanamente approssimative, occorrendo altro lavoro per determinarle con maggiore precisione, la quale del resto non ci pare per ora indispensabile.

Digitized by Google

Riporto	250	8 500
6° Lunghezza della Stazione di Azerello »	200	
7° Dalla Stazione di Azarello a Reggio »	11 050	
8° Per la traversata della Città e raccordamento colla rete peninsulare. . . . . »	2 500	
Totale . . . m.	14 000	14 000
9° Galleria sottomarina fra i due imbocchi m.		8 500
In totale da Messina a Reggio, comprese le traversate delle due città . . . . . m.		31 000

Riassumendo: i dati principali del Progetto di comunicazione sottomarina fra Messina e Reggio per Villa S. Giovanni e Ganzirri sarebbero i seguenti:

Altimetria dell'Imbocco siciliano sul liv. del mare m.	10
Id. id. calabrese . . . . . »	10
Massima profondità del piano stradale della galleria sotto il livello del mare . . . . . m.	160
Lunghezza della galleria . . . . . m.	8 500
Distanza dall'Imbocco siciliano a Messina . . . . »	5 500
Id. calabrese a Reggio . . . . »	11 500
Totale da Messina a Reggio metri	25 500

2.

Pozzi. — Punti d'attacco pel traforo della Galleria. — Tre sono i pozzi della Galleria, due dei quali sono stati progettati sulle opposte sponde dello Stretto, dove le rive del mare s'intersecano colla direzione del tracciato; a Ganzirri il primo, di 125 metri di profondità compresa l'altezza della Galleria; a Villa S. Giovanni il secondo, di sòli 47 metri; il terzo presso l'Imbocco siciliano di 80 metri di profondità (V. tavole unite).

L'ordine tenuto per numerarli, quello fu dell'importanza tecnica che ciascun pozzo avrà col traforo e coll'esercizio medesimo della Galleria sottomarina; così, il pozzo N. 1 viene il primo nell'ordinamento, perchè essendo il più centrale, e corrispondendo più da

Digitized by Google

vicino al punto di massima depressione del Sotterraneo, per esso si dovranno attivare e continuare con maggiore alacrità i lavori d'escavazione, e dovrà nel periodo dell'esercizio della Galleria, permanere pel servizio della medesima, e per l'estrazione delle infiltrazioni: il pozzo N. 2 ha ancora esso un'importanza grandissima nella costruzione della Galleria, ed è destinato a permanere nel periodo dell'esercizio, fu quindi posto secondo: il pozzo N. 3 finalmente, viene ultimo, non essendo che di pura costruzione, per accelerare i lavori sul tratto di galleria da scavarsi pei terreni emersi della sponda siciliana, ed agevolare il servizio sugli altri tronchi.

Tutta la Galleria, metri 8500 di lunghezza, viene per tal modo ad essere divisa in quattro tratti; due intermedi e due estremi:

Il 1°	dall'Imbocco siciliano	al pozzo	N. 3 di	. .	metri	625
» 2°	dal pozzo N. 3	al pozzo	N. 1	. . . . .	»	2500
» 3°	» N. 1	»	N. 2, nei terreni sottomarini		»	4200
» 4°	» N. 2	»	all'Imbocco calabrese	. .	»	1175
				In totale metri		8500

Ecco pertanto organicamente spartita la Galleria in tratti elementari, sui quali dovranno contemporaneamente inaugurarsi e continuarsi i lavori per abbreviare quanto sia fattibile la durata delle costruzioni, e rendere più prontamente fruttifero il capitale impiegatovi. Il traforo potrà per tal modo partire da cinque punti, contemporaneamente, sopra otto linee d'avanzamento.

Attaccata la Galleria agli imbocchi, e dai pozzi nelle due direzioni, per incontrarsi fra due attacchi consecutivi (prescindendo dallo scavamento dei pozzi, dalla varia difficoltà che all'avanzamento certi tronchi sogliono presentare di preferenza a certi altri, e dai mezzi ancora essi di scavamento di cui converrà far uso per certi tratti soltanto) il traforo riesce coll'organico adottato, così scomposto:

1°	Dall'Imbocco siciliano, avanzamento per				. . metri	312,5
2°	Dal pozzo N. 3 verso l'Imbocco corrispondente				»	312,5
3°	» N. 3	al pozzo	N. 1	»	. »	1250
4°	» N. 1	»	N. 3	»	. »	1250
5°	» N. 1	»	N. 2	»	. »	2100
6°	» N. 2	»	N. 1	»	. »	2100
7°	» N. 2 verso l'Imbocco Calabrese				. »	587,5
8°	Dall'Imbocco calabrese . . . . . »				»	587,5
					Lunghezza totale metri	8500,0

Digitized by Google

3.

Stazioni ai due Imbocchi della galleria. — Gli Imbocchi della galleria dovrebbero fare capo a due stazioni di 25 o 30 mila metri quadrati di superficie, la cui costruzione sarebbe giustificata non solo dall'importanza del Sotterraneo, dall'uso delle locomotive a forti pendenze e da quello dei locomotori a forza centrifuga; ma eziandio dalla posizione relativa degli imbocchi medesimi, situati a distanze convenienti dalle due stazioni principali di Messina e Reggio, rispettivamente; e circondati da centri importanti di popolazione, aventi commercio colle rispettive sedi di provincia. Queste due stazioni potrebbero tuttavia, quando le condizioni dell'esercizio lo consentissero, essere di minore importanza; a patto che si aumentassero proporzionalmente al bisogno quelle di Reggio e Messina; riducendosi per tal modo a queste città, quella parte di movimento, che altrimenti dovrebbe verificarsi alle due Stazioni d'imbocco.

4.

Forma e dimensioni della Galleria. — Non ci estenderemo molto sopra questi mutabilissimi particolari, e che meglio convengono in un progetto definitivo che ad un progetto di massima, quale è il presente, in cui per conseguenza ci proponiamo solo di abbozzare l'insieme della questione. Non volendo però lasciare l'argomento difettare affatto di una parte importantissima, noi abbiamo creduto conveniente di unire alla prima tavola di disegno una sezione ad opera finita della Galleria progettata.

Come si scorge, da tale sezione, il Sotterraneo sarebbe di forma cilindrica, nel caso che dovesse farsi per doppio binario; scegliemmo questa forma come quella che venne spesso riconosciuta la più conveniente ai lunghi trafori tanto dal lato della costruzione come anche da quello della stabilità e dell'esercizio. Bastandoci intanto considerare il caso del doppio binario, il diametro adottato fu di metri 9, il che rende la sezione libera della nostra Galleria sottomarina di mq. 53,25 cioè alquanto superiore a quella della galleria del Moncenisio, la quale misura solo me-

tri 8 di larghezza per metri 6,5 di altezza; ma qui le esigenze sono forse complessivamente meno imperiose, che nel caso nostro non sieno: del resto questo diametro è quello stesso che fu progettato per una galleria sottomarina fra la Francia e l'Inghilterra (Vedi *Étude pour l'avant projet d'un tunnel sous-marin entre l'Angleterre et la France* par M. A. Thomé de Gamond. Paris — Victor Dalmont, éditeur. Vedi ancora quadro in fine di libro) (1).

Finalmente il piano stradale, che si trova condotto a 7 metri sotto l'intrado, divide il sotterraneo in due parti, la superiore vuota, l'inferiore occupata dalla condotta di scolo, dalla massicciata e dalla zavorra. Sulla sua larghezza di 7 metri sono posati due binari uguali e paralleli; lateralmente alla via, ed alquanto sollevate sul piano stradale, sono le banchine.

Non istaremo a fissare le dimensioni da assegnarsi ai pozzi, perchè esse non dovranno diversificare molto da quelle assegnate alla Galleria, almeno per i due principali da scavarsi sulle sponde dello Stretto, il terzo non essendo che puramente di costruzione; converrà soltanto fare avvertire che bisognerà scavare tali pozzi, non direttamente sull'asse della galleria, ma a fianco della medesima per poterli munire di scala, dovendo essi permanere per lo sfogo delle acque, e pel servizio eventuale del Sotterraneo.

5.

Opere di rivestimento della Galleria. — A nostro avviso le opere di rivestimento dovrebbero assolutamente ommettersi, e potrebbero vantaggiosamente ommettersi in Galleria, per tutti i 7700 metri di questa scavati nelle roccie dure, per le conche scavate in que-

(1) Dopo quello di M. A. Thomé de Gamond, un nuovo progetto di galleria sottomarina fra la Francia e l'Inghilterra, venne recentemente pubblicato dai signori Ernest, Martin e Gilbert, nel quale si propone di stendere delle funi fra le opposte rive dello Stretto di Calais (largo 33 chilometri circa) e per esse lasciar discendere sul fondo del mare (preventivamente preparato) una serie continua di tubi, in modo che uniti formino un unico lungo tubo da isolarsi sul fondo mediante una sufficiente quantità di terra di riporto e convertirsi quindi in galleria, estraendone le acque segregatevi nella costruzione.

Digitized by Google

ste roccie, ed ovunque in una parola la natura dei terreni attraversati non le facesse necessarie. Ove invece la natura della roccia, senza permettere l'assoluto risparmio dei rivestimenti, li consentisse sottili, converrebbe regolare l'importanza di questi col grado di esigenza che si rendesse manifesto. Ci pare questo partito il migliore che si possa mai prendere, perchè il lusso dovrebbe essere assolutamente sbandito da tutte in genere le opere che, come questa si prefiggono uno scopo industriale ed economico.

L'idea di ommettere i rivestimenti, dove questi non sieno assolutamente richiesti, fu del resto divisa dalla Commissione stessa incaricata di studiare e riferire sulla scelta del passaggio delle Alpi Elvetiche, che certo neppur essa fu la prima a proporla.

Il tratto di galleria scavato nelle roccie tenere dovrà sicuramente rivestirsi, e rivestiti dovranno pure essere, i pozzi i quali colla loro sommità si trovano a dover attraversare i terreni recenti.

Circa poi alla natura dei rivestimenti, questi generalmente si fecero sempre in muratura, e poichè sulle due sponde dello Stretto si trovano pietre eccellenti da costruzione, e nelle vicinanze si hanno le calci, e le pozzolane si possono con molta economia di trasporto far venire dalla non lontana Pozzuoli: non ci occuperemo di rivestimenti d'altra natura, trovando utile servirci economicamente dei materiali che offre abbondantemente la località.

6.

Modo di radunare le acque di scolo e di estrarle dalla Galleria. — Un condotto di scolo, di metri 1,40 di altezza e di 0m,80 di larghezza, venne segnato sotto al piano stradale in mezzo alla Galleria; queste dimensioni non hanno però, come quelle di tutti gli altri particolari di progetto, alcunchè di assoluto; non fanno ora che costituire una delle tante combinazioni possibili. Però tali fogne, non potendo condurre le acque fuori della galleria, dovranno far capo in ampie conche, due delle quali (e saranno le principali) verranno scavate, l'una sotto il pozzo N. 1 (sponda siciliana), l'altra nel punto più basso della galleria a 875 metri di distanza dalla prima.

Un'altra conca o ricetto sussidiario potrà essere praticato sotto al pozzo N. 2 (sponda calabrese), per raccogliere quelle acque o scoli che, per avventura si verificassero nella parte di galleria

Digitized by Google

scavata sotto la sponda calabrese fra quell'imbocco ed il pozzo N. 2; le quali potrebbero manifestarsi specialmente sul piano che separa i terreni recenti dalle sottoposte rocce azoiche.

Gli imbocchi dovranno essere rigorosamente custoditi, come pure le imboccature dei pozzi, acciocchè l'accesso alla galleria sia assolutamente impedito a tutte le acque esterne, ed incontrandosi vicino a questi delle sorgive o verso la sommità dei pozzi nei terreni recenti (che anche qui potrebbero manifestarsi specialmente sul piano di separazione fra questi terreni e i terreni cristallini sottoposti) ove esse non potessero essere impedite, dovrebbero venire raccolte sul luogo.

Un servizio di macchine convenientemente ordinato dovrà riunire nella conca principale, collocata sotto il pozzo N. 1, le acque raccolte nella vasca inferiore; e di qui per il pozzo, le spingerà fuori del Sotterraneo traendo partito sia di trombe aspiranti-prementi; sia di qualunque altro apparecchio riconosciuto conveniente (1).

7.

Impossibilità di avere molte infiltrazioni. — Supposto il pericolo degli scoli in Galleria, cercammo di premunirci contro la possibile manifestazione dei medesimi, indicando il modo di liberarsi dai loro molesti prodotti. Però siccome non ci troveremo ad attraversare, colla parte di galleria scavata nei terreni sommersi, che una roccia dovunque la stessa, dovunque omogenea, dovunque resistentissima, e coi suoi elementi fusi, e le sue parti saldate insieme, non possiamo ammettere assolutamente che gli scoli sieno per veri-

(1) Cogliamo quest'occasione per rammentare la tromba a stantuffo equilibrato liquido presentata ultimamente dal marchese di Montrichard, destinata ad elevare le acque situate a grande profondità; questa tromba consta essenzialmente di un tubo ad *U* avente i suoi rami di lunghezza diversa, l'uno ripieno d'acqua, l'altro di mercurio.

Determinata l'oscillazione dei due liquidi, per mezzo di valvole convenientemente disposte si fa l'aspirazione, e si compie il sollevamento dell'acqua.

Il lavoro motore necessario all'apparecchio è quello che occorre per vincere il lavoro resistente degli attriti, tendenti a diminuire l'ampiezza delle oscillazioni.

(V. *Technologiste*, settembre 1869).

ficarsi in grande abbondanza; che cioè se n'abbiano a temere di copiosi.

Snll'infiltrazione dell'acqua del mare nel Sotterraneo, non v'ha fondamento a temere, pella grande spessezza lasciata alla roccia che forma il cielo della Galleria; il tragitto infatti che le acque dovrebbero fare attraverso agli strati è così considerevole, che quand'anche la pressione dell'acqua marina non agisse in modo da serrare gli strati che ricoprono il Sotterraneo gli uni sopra gli altri, ogni preoccupazione a questo riguardo sarebbe soverchia.

Come l'infiltrazione delle acque del mare, le sorgive sono ugualmente imprevedibili attraverso alla massa compatta di graniti e di gneiss in cui verrà scavato il tratto di galleria da praticarsi nei terreni sommersi; le sorgive non risulterebbero adunque guari possibili che nei terreni recenti, terziari e quaternari, e fra questi ed i terreni cristallini, perchè i primi potrebbero benissimo dar luogo a qualche percolazione; ma, oltrecchè queste sono ancora ipotetiche, si verificherebbero soltanto verso l'imbocco calabrese della galleria, e presso alla sommità dei pozzi; non sarebbe quindi difficile vincerle od eliminarle. Stimiamo pertanto un vero caso fortunatissimo il non avere secondo ogni apparenza, da attraversare per tutta la lunghezza del tratto sommerso della galleria che un sol banco di gneiss, uniforme ed omogeneo.

Finalmente, un'ultima avvertenza ancora intorno ai pozzi principali da scavarsi sulle due sponde dello Stretto: Questi sarà bene aprirli in punti convenienti, alquanto discosti dalla riva del mare e piuttosto sull'alto, per meglio premunirsi contro le infiltrazioni; e ciò, ancorchè avesse a riuscire di qualche metro più lungo il tratto intermedio della galleria, sarà l'ispezione accurata della località che deciderà sulla scelta del sito vero, più conveniente e più opportuno dove aprirli.

CAPO IV.

Particolari di costruzione.

1.

Importanza tecnica del traforo della Galleria sottomarina. — Al grado a cui è giunta la scienza delle costruzioni, l'apertura di una ferrovia attraverso ai terreni sommersi dello Stretto di Mes-

Digitized by Google

sina non può presentare insuperabili difficoltà; se infatti otto chilometri e mezzo di galleria, per circa 7700^{m} nel gneiss, costituiscono opera di grando rilievo, nessun tecnico oserebbe più avventurare un giudizio sfavorevole, o tampoco dubbioso, sulla possibile riuscita dell'impresa. La galleria delle Alpi Cozie, di 12220 metri di foro cieco ed in parte nella quarzite, sarà fra poco un fatto compiuto come lo è il taglio dell'Istmo di Suez; e siccome avviene sempre che il coraggio cresca coll'importanza delle vittorie riportate, vedremo tosto i costruttori attaccare le Alpi Elvetiche, per realizzare in quattordici anni il grandioso progetto della galleria del San Gottardo (14800 metri di lunghezza, dei quali 13700 a foro cieco), tutta o quasi tutta scavata nelle rocce cristalline, punto dissimili da quelle incontrate nel fondo dello Stretto di Messina.

A petto di questi giganteschi sotterranei, in una galleria di 8500 metri di lunghezza scomposta in tre tratti, tutti attaccabili per le loro estremità, di cui il maggiore raggiunge appena 4200 metri di lunghezza, quali maggiori difficoltà tecniche potranno sorgere?

Le infiltrazioni marine sono impossibili; prevedere delle sorgive attraverso alla massa compatta delle roccie granitiche, non ci pare gran fatto possibile; ma verificandosi, potrebbero venire eliminate e provvedersi per impedirle; la natura della roccia è quella stessa della galleria del S. Gottardo (di facilissimo traforo, a fronte della quarzite del Cenisio), e vinte qneste difficoltà, la costruzione non può essere minacciata da alcnn'altra circostanza onerosa.

In merito alla roccia del gneiss, che forma il nucleo dei terreni in cni dovrà essere scavata la Galleria sottomarina, si potrebbe aggiungere ancora che essa non presenta mai eccezionali difficoltà vuoi al perforamento vuoi alla mina, mentre l'uniformità su grandi tratti, che fummo condotti ad ammettervi, è una condizione molto favorevole pel lavoro da disporre coi mezzi meccanici, e, come si disse, per l'economia del muramento. Per durezza, senza fallo, il gneiss sarà più restio alla perforazione che non gli schisti calcari di Bardonecchia, ma per altro non si renderanno necessarii i frequenti puntellamenti che nella galleria del Cenisio si lamentano dove i mentovati schisti furono incontrati, e saranno per conseguenza eliminate eziandio le cause di ritardo da questi prodotte.

Ricapitolando pertanto, le difficoltà del terreno non ci sembrano

maggiori a Messina di quello che lo sieno al Moncenisio ed al Gottardo.

Importa notare finalmente, che per arrivare a questi trafori tutti indistintamente lontani dai grandi centri di popolazione e del commercio, bisogna risalire le vallate spesso impraticabili delle Alpi, mancanti generalmente di buone vie di comunicazione e solo fornite di alcune poche costrutte a fortissime pendenze. Il freddo poi intenso e persistente dell'inverno, la neve ed il ghiaccio, l'infuriare dei venti costringono a fare le provviste tutte in soli pochi mesi dell'anno, per consumare nel resto della campagna la riserva della state; sono tutte queste sfavorevolissime circostanze che pongono in condizioni impareggiabilmente superiori la costruzione di una galleria nello Stretto di Messina a quella di una galleria alpina.

Sulle sponde dello Stretto non è più del caso lo improvvisare vere colonie di temporaria emigrazione; ed al freddo delle Alpi, ed ai lunghi verni, vien sostituita la continua state della Sicilia.

Siamo sulla spiaggia del mare, sul passaggio di un numero grandissimo di navi che ravvicinano la località a tutti i grandi porti ed agli stabilimenti industriali più cospicui tanto dello Stato che esteri. La necessità di grandiosi cantieri di costruzione, non è più come nei trafori alpini imprescindibile condizione; cantieri di più modeste dimensioni potrebbero riuscir sufficienti, e dove occorresse i due cantieri potrebbero ancora considerarsi non altrimenti che come due parti distinte di un solo ed unico cantiere, perchè in molte contingenze potrebbero l'un l'altro completarsi a vicenda trovandosi a poco più di quattro chilometri di distanza fra loro, e forse a dieci minuti di battello: il che specialmente in ordine ad importanza economica, ed a facilità tecnica, non va collocato in fin di linea. — Per ultimo alle dirupate pendici alpine, ed alle strette gole dei monti, che fanno spesso costare a caro prezzo un po' di area fabbricabile, vengono sulle sponde dello Stretto sostituite le dolci pendici ed i piani d'alluvione subappenninici, che forniscono ampio e comodo spazio per ogni genere di edifizi.

2.

Sulla scelta della perforatrice da adottarsi nel traforo della Galleria sottomarina. — Noi non diremo nulla rispetto alla scelta della

Digitized by Google

perforatrice da adottarsi nel traforo della Galleria sottomarina progettata; sarebbe avventurarsi in un giudizio, che lo stato della questione, che siamo venuti esponendo nella nota (1), mostra

(1) In tesi generale si può sostenere che una perforatrice, come pure una macchina a perforare le gallerie, per rispondere allo scopo deve:

1° Essere di una potenza da raggiungere quella rapidità, nella perforazione, alla quale si mira;

2° Avere il tutto e le parti di peso e di volume tali che facilmente possa essere fatta agire nel sotterraneo;

3° Essere automatica in tutti i movimenti che occorrono alla perforazione, affine di risparmiare la continua cooperazione dell'uomo, la quale, oltrecchè costà, rende il meccanismo meno perfetto;

4° Essere finalmente d'un costo moderato e di robusta costruzione.

Noi indicheremo, colla brevità inerente alla natura istessa di una nota, alcuni fra gli apparecchi immaginati che, in parte almeno soddisfacendo a queste condizioni, ottennero la sanzione della pratica o almeno attirarono maggiormente l'attenzione.

Questi apparecchi possono essere divisi in tre grandi classi.

1ª Classe. — A questa appartengono i fioretti meccanici o le perforatrici, tendenti ad imitare il lavoro del minatore, impiegate unitamente alla polvere.

Non parleremo dei primitivi modelli di perforatore del signor Cavé, del signor Jenks di Boston (1853) e di quello più recente (1857) dell'ingegnere Bartlett; quantunque forse quest'ultimo sia il più complicato, ma nel tempo istesso il più completo, fra tutti quelli precedentemente proposti.

Il più grave difetto che si rimproverasse a questa macchina, quello fu dell'avanzamento progressivo del meccanismo percussore, che in luogo di essere proporzionale all'allungarsi del foro, era costante.

Il signor Sommeiller, facendo tesoro dell'esperienze fatte coll'apparecchio Bartlett e delle felici combinazioni che in esso furono verificate, ideò la perforatrice, nota sotto il suo nome, la quale senza dubbio, nella lunga campagna fatta al Moncenisio, avendo dati assai buoni risultati e per le successive modificazioni suggerite dall'esperienza, si può dire aver raggiunto un grado di pratica perfezione, a cui forse non ha diritto alcuno degli altri infiniti modelli di macchine perforatrici finora immaginati. Consta la perforatrice Sommeiller: di un fioretto essenzialmente dotato di tre movimenti principali, di rotazione sul suo asse l'uno, l'altro di percussione, il terzo d'avanzamento; di organi di distribuzione dell'aria motrice, e d'altri organi di trasmissione del movimento. Una falda o cuscinetto d'aria rimane sempre interposta fra i coperchi del cilindro nel quale muovesi lo stantuffo sull'asta del quale è fisso il fioretto, e lo stantuffo stesso, e ciò onde preservare in parte, se non totalmente, il meccanismo dall'effetto prodotto dal-

quanto sarebbe difficile ed arrischiato. Il traforo del Moncenisio che sta per compiersi, quello del Gottardo che sta per incominciare, chiameranno su questo importante argomento l'attenzione di uomini competenti, e saranno ammaestramento e sprone ad utili ricerche.

l'urto del fioretto che batte sulla roccia. Ma siccome non vi ha forse macchina automatica composta d'organi così moltiplici, e diremo anche, così delicati; e con tanti movimenti continui e intermittenti, e posta in condizioni sì difficili come la perforatrice, la quale per conseguenza vada soggetta a tante cause di distruzione; così l'uso ne rimase finora limitato ai lunghi trafori, dove la maggiore spesa è largamente compensata dalla celerità d'avanzamento che rende più prontamente fruttiferi i capitali impiegati.

Questa perforatrice è quella che dal 1861 lavora al Moncenisio; ivi gli attriti si resero oltre ogni dire più distruttivi dalla polvere quarzosa prodotta nella perforazione, che intromettendosi in tutti gli organi, unitamente a quella serie di urti violenti che caratterizzano la perforatrice, la spediscono prontamente in riparazione o la mettono fuori d'uso.

Oltre alla perforatrice Sommeiller sopramentovata sono conosciute: quella annulare di Lescot mossa a mano; una a rotazione di Della Roche-Tolay, sistema Lescot con applicazione del motore a pressione d'acqua di Perrot, che Opperman *(Visite d'un ingénieur à l'exposition universelle de 1867)* crede superiore a tutte quelle finora conosciute.

Son noti ugualmente: il perforatore a percussione di Bergstroëm mosso ad aria compressa, che si dice aver forato sino a 2^{m} all'ora nel granito; il perforatore di Doering, provato con successo nel granito ed impiegato nel traforo d'una galleria presso Londra, mosso anch'esso ad aria compressa; e molti altri perforatori di minore importanza a punta ora di acciaio, ora di diamante nero.

Ma sventuratamente, di tutti questi sistemi, che non sono entrati nella pratica che dopo l'adozione della perforatrice Bartlett perfezionata o, se si vuole, ricostrutta da Sommeiller al Moncenisio, non si può ancora dire quale fra tutti riunisca maggiori vantaggi.

2ª *Classe.* — Questa classe comprende le macchine propriamente dette a forare le gallerie e che escludono completamente l'uso della polvere.

Una di queste macchine, e fra le prime, è quella proposta dal sig. Maus (1849), la quale per mezzo di scalpelli decompone la roccia in massi regolari.

Un secondo modello dello stesso (1855), mediante cunei d'acciaio, riduce la roccia in piccoli frammenti.

Segue un'altra macchina, quella del sig. Penrice, proposta nel 1856. Essa consta essenzialmente di un trapano che occupa tutta la sezione della gal-

Digitized by Google

3.

Cantieri di costruzione. — Gettando uno sguardo retrospettivo sull'insieme del tracciato, noi vediamo una piuttosto lunga galleria, composto di quattro settori circolari armati di scalpelli; questo trapano batte frequenti colpi sulla roccia e nello stesso tempo è animato da un piccolo movimento di rotazione intorno al suo asse. Lo sgombro dei detriti si fa dalla macchina stessa. Il fluido motore può essere, secondo l'autore, tanto il vapore quanto l'aria compressa.

Dietro esperienze fatte, pare che con questa macchina si sia ottenuto un avanzamento medio in 24 ore di $3^m,75$ nel granito e di $5^m,50$ nei grés duri; essa batte 400 colpi al 1' ad una pressione di 4 atmosfere.

Citeremo finalmente la macchina del sig. Brunton, anch'essa destinata a staccare la roccia per sola azione meccanica (V. *Technologiste* 1869).

Bisogna però dire che niuna delle macchine appartenenti a questa classe desse risultati abbastanza soddisfacenti, perchè non furono poste in pratica.

3ª Classe. — Questa comprende le macchine miste, cioè risultanti dalla combinazione di quelle enumerate nelle due prime classi; abbiamo cioè una macchina a fare un foro da mina combinata con una che rompe o sgrana meccanicamente la roccia. Anche con queste macchine si attacca simultaneamente tutta la sezione della galleria.

Beaumont e Lecock ne presentarono un modello. Essa consiste essenzialmente in una piattaforma circolare in ghisa che occupa quasi tutta la sezione della galleria; questa piattaforma è armata sulla circonferenza di 50 scalpelli ad essa perpendicolari e di un fioretto nel centro; il tutto è animato da un movimento alterno di va e vieni e, nello stesso tempo, da un movimento di rotazione intorno all'asse della piattaforma. Una volta che sia scavata una scanalatura circolare del diametro della galleria e della profondità di circa 1^m si fa saltare la mina centrale, la quale getta in frantumi il cilindro di roccia che era rimasto così isolato. Questa macchina però, presenta tali e sì gravi difetti che non è suscettibile di pratica applicazione.

Berens costrusse pure un modello fondandosi sullo stesso principio; il suo insieme fu però giudicato poco pratico.

Sullo stesso principio era fondata la macchina della quale, nel 1852, tentarono servirsi gli ingegneri Americani nell'aprire una galleria attraverso il monte Hoossac; però, riconoscintne gli enormi difetti, fu ben presto abbandonata.

Conchiudendo questa breve rivista, possiamo dire che, ove se ne tolgano alcune perforatrici della prima classe, fra cui quella di Sommeiller, che sem-

Digitized by Google

ria scomposta, da tre pozzi di diversa profondità ed importanza, in quattro tratti di varia lunghezza; due maggiori intermedii, gli altri due estremi.

brano dare se non eccellenti, per lo meno buoni risultati, non esiste ancora una macchina che soddisfi pienamente allo scopo, del genere di quelle comprese nella 2ª e 3ª classe. Ora dunque sarebbe difficile dire quale fra tutti gli infiniti modelli di perforatrici finora proposti sia il più conveniente per la pratica; tutti di data piuttosto recente ed eziandio molto complicati, riuniscono a vantaggi incontestabili gravi difetti; ma la loro utilità e la preferenza da accordarsi loro dipendono ancora dalla natura della roccia a perforarsi.

La questione come vedesi, è risoluta favorevolmente alle macchine, semprechè trattisi di lunghi trafori, nei quali bisogna pensare a rendere presto fruttiferi i capitali impiegati, e possono consigliare l'impianto dei cantieri e lo stabilimento dei motori; ma l'esclusione ostinata di ogni sorta di macchine perforatrici dalle minori gallerie, in cui continua a lavorare il fioretto del minatore, ci pare provare ad evidenza che indipendentemente dalle prime ragioni, economicamente i due metodi non si equivalgono ancora.

Bastò tuttavia che l'importanza della questione fosse segnalata all'attentenzione degli Ingegneri, e dei meccanici, perchè in breve lasso di tempo si entrasse al possesso di tutta una lunga serie di invenzioni. Oggi ancora, gli uomini dell'arte, seguono con persistenza ad investigare da ogni lato l'importante problema di atterrare le rocce, ed è sperabile, che nuovi mezzi si trovino, e gli antichi si perfezionino, e che col tempo la perforatrice escluda affatto la barra da mina dalle gallerie. Ecco intanto una serie di macchine perforatrici, a cui seguono altri apparecchi ed organi o procedimenti speciali immaginati per attaccare le rocce fra questi quello di Guibal che fa saltare la roccia per pressione d'acqua.

Dagli apparecchi, l'attenzione si portò anche sulla forma da darsi ai fori da mina. Si pensò giustamente che allargando il foro sul fondo si dovesse aggiungere effetto all'esplosione nel produrre la rottura; la polvere così imprigionata nelle camere da mina, diviene infatti capace di tutta la sua energia meccanica, agendo direttamente a spaccare il masso perforato. Constatata l'utilità delle camere da mina, il signor Courlebasse ingegnere francese di ponti e strade, propose (1834) l'uso dell'acido cloridrico per dissolvere le pietre calcari e scavare delle camere in fondo ai fori da mina, nelle rocce che si destinavano al compimento del porto di Marsiglia.

Il metodo del signor Courlabasse non servendo che per le rocce calcari, il signor Vergus, meccanico a Cherbourg, ideò un apparecchio destinato a scavare la camera da mina meccanicamente. Esso consiste in una verga di ferro alla estremità della quale sono due palette in acciaio articolate in modo che premendo la verga sul fondo del foro della mina già praticato,

Digitized by Google

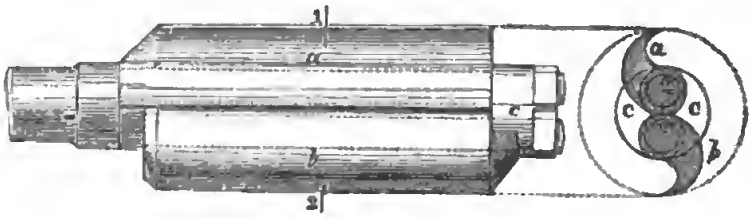
Intorno ai due pozzi principali, vero perno della questione, si raggruppano lo studio definitivo, la combinazione e tutte le particolarità che hanno relazione intima coll'esercizio medesimo della

tendono a disporsi in *V*, mentre alzandola si chiudono. Questo apparecchio pratica una camera avente la forma di un segmento sferico, che ha il centro al fondo del foro della mina.

A motivo di questa forma, la polvere agisce secondo i raggi per fendere o spaccare le pareti, colle quali essa è in contatto. (V. *Genio Industriale* marzo 1858).

Anche il sig. Trouillet ideò un apparecchio di questo genere, ma dubitiamo, a causa della delicatezza dei meccanismi dei quali è costituito, possa dare risultati pratici abbastanza soddisfacenti (V. Opperman — *Visite d'un ingénieur à l'Exposition Universelle de l'an 1867*).

Meditando sulla quistione fummo noi pure condotti ad immaginare un organo meccanico, il cui scopo è ancora quello di scavare le camere da mina. L'insieme ne è assai semplice (ci spiacerebbe però che questo dovesse essere il suo unico merito) e ci pare potere prestarsi ugualmente bene ad essere mosso a mano come meccanicamente, quindi potere trovare posto tanto nelle mani del minatore che si è preparato il foro da mina col suo fioretto, come in una macchina perforatrice, cambiandone solo le dimensioni.



Come lo mostra l'unita figura, in cui diamo a sinistra il prospetto laterale dello scavatore, aperto della massima apertura; a destra, una sezione normale del medesimo fatta sulla linea 1 e 2, esso consta di quattro soli pezzi, ma essenziali.

All'estremità di una sbarra in ferro (simile ad un fioretto comune) l'istrumento si apre a cerniera in due mascelle eccentricamente montate sopra di esso: chiuse le due mascelle, non si ha che un'asta uniforme che si introduce nel foro da mina condotto a compimento. Facendo allora subire all'asta un movimento di rotazione, il filo o i denti delle mascelle, venendo a rasentare le pareti del cavo in direzione inclinata, si impiantano nelle medesime; la resistenza che incontrano le obbliga intanto ad aprirsi sempre più, ma alla loro volta obbligate dalla forza motrice a procedere nel loro movimento, vincono la resistenza che loro oppongono le particelle di roccia

Galleria: l'esplorazione geologica della natura delle rocce, l'estrazione dei materiali, qnella delle acque di scolo, la somministranza e la trasmissione di forza motrice, l'aeramento e l'illuminazione medesima del Sotterraneo; cose tutte che interessano altamente tanto il periodo dei lavori, quanto quello dell'esercizio della Galleria.

Le imboccature dei due pozzi principali, felicemente collocate sulle opposte spiaggie dello Stretto a 4200 metri di distanza l'una dall'altra, sono circondate dalle sabbie e dai piani d'alluvione subappenninici, sui quali, come già avemmo occasione di fare avvertire, si troverebbe comodo spazio per i cantieri di costruzione, tettoie, magazzeni, officine, ecc. per l'impianto delle macchine fisse, e degli altri edifizi che importa costrurre prima di intraprendere i lavori di una così grandiosa costruzione. Sarebbe infatti presso ed intorno alle due imboccature dei pozzi, che i cantieri di costruzione dovrebbero sorgere.

in cui si trovano impigliati i denti, e le staccano, tagliandole o sgranandole; così mentre da un lato si aprono le due mascelle, dall'altro il foro cilindrico allargandosi sempre più, per la piallatura continua che subisce internamente, si viene a scavare in fondo ad esso una camera cilindrica, il cui diametro diventerà doppio e la sezione quadrupla di quella del foro primitivo.

Faremo notare che dell'acqua vuole essere introdotta in una certa abbondanza nel cavo, che anzi converrebbe mantener pieno:

1. Per impedire l'innalzamento di temperatura,

2. Per disciogliere nel suo seno la polvere detritica di roccia scavata, la quale verrebbe a collocarsi nei vani che rimangono fra le due mascelle; ma che sarebbe spinta, rasentando il gambo dell'asta, fuori del foro insieme all'acqua, quando questo si trovasse troppo pieno, per averne di troppo ritardata la pulitura.

Inutile aggiungere che, dando al gambo un movimento di rotazione in verso contrario, le mascelle son obbligate a chiudersi; semprecchè si abbia avuto cura, di non ritardare troppo la pulitura del cavo, e di non risparmiargli l'acqua sufficiente a rammollirvi le materie, che per la loro inerzia medesima, costringendo le mascelle a chiudersi sull'asse del gambo motore, passeranno ad occupare lo spazio annulare che rimarrà libero intorno all'estremità dell'asta.

Estratto lo scavatore, si dà mano a pulire il foro per caricarlo.

4.

Forza motrice. — Trasmissione del movimento. — Egli è certissimo che sulle sponde dello Stretto di Messina noi non troveremo i numerosi torrenti delle Alpi, che, riceveudo il tributo da numerosi ghiacciai, scendono precipitosi da quelle ronchiose pendici, serbando sempre perenne e considerevole portata d'acqua, sorgente gratuita e copiosa di forza motrice alle macchine che agiscono alle Alpi Cozie.

Il litantrace, quest'altra sorgente inesauribile di calore e di lavoro è il privilegio di altre contrade, meno dell'Italia favorite per un bel cielo, ma le quali vi trovano largo compenso per far giorno anche della notte. Per l'Italia, prima del litantrace, bisogna trovare il terreno carbonifero che lo contiene, il quale ci sarà pure anche presso di noi; chi potrebbe negarlo? Ma chi sa dove, ed a quali profondità, alla superficie del suolo non sembra.

L'importante problema della ricerca di carbone fossile in Italia, attende la sua soluzione da un'esatta e fedele carta geologica di tutto il suolo nazionale, è di qui che fa duopo partire; essa sola ci potrà indicare un dì se a non molto grandi profondità vi possa essere almeno speranza di ritrovare il terreno carbonifero, quantunque ben altra cosa sia il ritrovare il carbone.

Ci pare pertanto, che, finchè altre indagini non forniscano migliori prospettive per noi, convenga augurare maggior prosperità ai cercatori di cascate d'acqua che a quelli di litantrace italiano.

Le nostre foreste sono distrutte, solo un poco di torba ed un poco di lignite ci rimangono, che non valgono spesso a compensare meritamente i lavori d'estrazione. Due sole vie dunque ci restano aperte finora, se i petrolii non diminuiscono di prezzo; o se la fisica non viene essa a trovare nuove applicazioni ai suoi agenti naturali: non sapremmo infatti se Ericson colla sua idea di utilizzare il calore solare potrebbe supplirvi, o se le pile elettriche medesime non costerebbero troppo, ancorchè riuscissimo a disfarci dei loro recipienti gettando addirittura i due metalli in mare, come si potrebbe proporre. Due sole vie dunque, diciamo noi, o ricorrere ai carboni inglesi, o cercare di trarre partito delle correnti marine così numerose nello Stretto e di velocità spesso tanto considerevole, come già si disse fino a $2^{m},57$ al $1''$; senonchè, quest'ultimo problema aspetta ancora una soluzione economica, e queste sono sempre le più difficili a trovarsi.

Procurata in qualche modo la forza motrice, la trasmissione del movimento non è più cosa difficile; le condotte d'aria compressa del Moncenisio, le trasmissioni telodinamiche di Hirn sono finalmente acquistate al dominio della pratica. Dalla sorgente di forza motrice poi, la trasmissione per i pozzi si farebbe strada fino alle varie sezioni d'avanzamento, per darvi moto alle perforatrici.

5.

Aeramento dei lavori e della Galleria. — Illuminamento dei lavori. — Il rinnovamento dell'aria nella Galleria può operarsi in due modi principalmente: artificiale l'uno, naturale l'altro.

Il primo consiste nell'introduzione in galleria di aria pura, o nell'aspirazione di quella viziata dall'interno. Ove si adottasse l'aria compressa per trasmettere la forza motrice, questa, scaricandosi nella galleria dopo d'aver agito, costituirebbe già essa stessa una sorgente artificiale di aria pel rinnovamento dell'aria viziata.

Una stufa accesa alla parte inferiore di ogni pozzo, fino alla sommità del quale salisse il suo tubo, potrebbe ancora, richiamando l'aria viziata dalla galleria, attrarre in essa nuova aria dall'esterno. Ma in generale l'aria si rinnova nelle grandi gallerie introducendovi l'aria pura esterna, od aspirandone quella viziata interna, per mezzo dei ventilatori aspiranti o soffianti a forza centrifuga o per mezzo delle macchine aspiranti a campana, come ora agiscono a Modane; e finalmente l'aria potrebbe rinnovarsi in galleria con un altro apparecchio qualunque, capace di dare economicamente quei risultati di cui le macchine sono solo capaci.

Il metodo naturale riposa sulla differenza che dovrà esistere fra la temperatura esterna, e quella dell'aria in galleria (come avviene nel traforo del Cenisio ed in tutti i sotterranei in genere), per effetto della quale due correnti in verso contrario si stabiliscono: l'una d'aria pura che entra, l'altra d'aria viziata di fumo o di vapore che esce. La velocità di questa corrente, che si opera per sola differenza di temperature, cresce col crescere di questa differenza; ed è questa la ragione per cui questo metodo di rinnovamento dell'aria nei sotterranei diviene efficace specialmente nell'inverno.

Ad un buon aeramento contribuisce poi moltissimo una conve-

niente disposizione del sotterraneo, e questa non potrebbe essere guari migliore per i due tratti di galleria da perforarsi nei terreni sommersi, i quali vengono rialzandosi dal fondo sui rispettivi piani inclinati fino ad imboccare i pozzi principali. Questa conveniente disposizione sussiste ancora per i due imbocchi, e per il tronco che dal pozzo N. 3 va verso il pozzo N. 1; meno felicemente si presentano, sotto questo punto di vista, i soli tre tratti che dai pozzi tendono agli imbocchi nei terreni emersi; ma anche per questi la disposizione non è tale da ingenerare difficoltà.

Colla ventilazione artificiale pertanto si dovrebbe provvedere per alimentare la respirazione degli uomini e la combustione dei lumi, nell'epoca dei lavori; quando cioè, per la grande quantità di fumo che si sviluppa nello scoppio delle mine, il solo metodo naturale non basterebbe per supplire a tanti imperiosissimi bisogni, ancorchè bastasse ad ammorzare l'elevata temperatura che si rinviene sempre nei sotterranei.

Il rinnovamento dell'aria nella Galleria finalmente, non sarebbe meno necessario nell'epoca successiva dell'esercizio; ma allora, aperto il Sotterraneo per tutta la sua lunghezza, e con una sezione considerevole, e con quattro comunicazioni aperte nell'atmosfera (i due imbocchi e i due pozzi principali); cessate ancora le cause principali che viziavano l'aria nel suo interno, non vi ha dubbio che il solo rinnovamento naturale non basti a soddisfare alle esigenze dell'esercizio, come lo si crede poter bastare per gallerie lunghissime, giacchè se quelle talvolta possono trovare una condizione favorevole alla ventilazione nella considerevole differenza di livello a cui si trovano collocate le loro estremità per gli squilibrii atmosferici, questa condizione di cose, quando fosse necessaria, si potrebbe estendere anche alla nostra galleria, purchè si rialzasse a guisa di caminiera l'imboccatura dei pozzi N. 2 e N. 3. La galleria è però abbastanza bassa per incontrare una temperatura sufficiente a produrre la ventilazione indispensabile; ed è abbastanza breve, per poter essere paragonata ad altre gallerie orizzontali le quali pure non offrono inconvenienti.

Per rispetto all'illuminamento dei lavori e del Sotterraneo, pare che i lumi e le lampade dei minatori, per la loro grande semplicità ed economia, continuino a conservare la preferenza in tutte le gallerie in costruzione.

Digitized by Google

CAPO V.

Studi ulteriori necessari per un Progetto definitivo.

1.

Necessità di uno Studio definitivo che preceda l'esecuzione. — Non occorre dire che quanto precede può solo bastare per un Progetto di massima, quale il presente, frutto di uno sforzo individuale; ma che uno Studio definitivo più particolareggiato e meglio definito è necessario che preceda l'esecuzione. In esso dovrebbero essere studiati, ed espressamente, ed esattamente determinati tutti i dati della questione; la forma topografica cioè, la natura geologica e fisica dei terreni sulle sponde, l'inclinazione degli strati, le sonde nella loro profondità e nella loro natura, tutto ciò infine a cui direttamente od indirettamente potesse considerarsi interessata la questione, e nel duplice scopo di pervenire alla determinazione della forma e della natura del fondo marino.

2.

Scavi e pozzi d'esplorazione. — Un ricco corredo di osservazioni, ben diretto, in terra ed in mare, fornirà gli elementi per redigere un buon Progetto definitivo. Saranno gli scavi, specialmente da praticarsi sulle sponde, che faranno conoscere la natura geologica dei terreni, e singolarmente poi il perforamento dei due pozzi principali della Galleria; *il quale, dovendo precedere ogni altra operazione di costruzione, gioverà al doppio scopo, di potente mezzo d'osservazione cioè, e di avanzamento ai lavori nel tempo istesso.*

Questi pozzi di 118 e 40 metri di profondità rispettivamente, e di 125 e 47 se vi comprendiamo l'altezza della Galleria, verrebbero scavati sulle due spiaggie a 4200 metri di distanza l'uno dall'altro, e potrebbero, ove la convenienza di farlo si manifestasse, innoltrarsi ancora nel terreno per una profondità indeter-

Digitized by Google

minata, riducendoli però alla sezione minima conveniente per un pozzo di sola esplorazione.

A parte pertanto l'idea della prosecuzione dei pozzi ora accennata, noi teniamo dunque, per questa felice combinazione, un mezzo a nostra disposizione, il quale, mentre farà progredire i lavori, spargerà sempre nuova luce sulla questione; e qui vorremmo che l'idea fosse colta in tutta la sua intensità, perchè, *dovendo essere il perforamento dei pozzi il primo lavoro a farsi, si avrebbe il vantaggio di non fare per inscienza lavori e spese inutili e di procedere nell'ordine logico dall'ignoto al noto, riservando come ultima cosa la deliberazione a prendersi per fissare definitivamente la più conveniente inclinazione all'asse della Galleria sottomarina.*

In questi pozzi, come anche negli scavi d'imbocco, dovrebbero, non v'ha dubbio, essere accuratamente notati: la natura, la spessezza e la posizione relativa dei terreni attraversati, nonchè l'inclinazione e la direzione degli strati che vi si incontrerebbero.

Con queste ed altre osservazioni, fra le quali, in primo luogo, lo scandaglio esatto espresso e speciale del fondo sottomarino sulla traversata, nel quale, oltre alle varie profondità dell'acqua, fosse determinato ancora lo stato fisico e la natura geologica di quel suolo; con queste ed altre osservazioni, dico, non sarebbe più difficile tracciare un diagramma sicuro o pressochè sicuro, dei terreni da attraversarsi. Chi potrà affermare tuttavia, che il punto più oscuro della questione non sarà sempre la disposizione geologica dei terreni sottomarini, fino a tanto che questi non sieno stati penetrati?

Per completare pertanto le nostre conoscenze geologiche, a rettificazione e perfezionamento del diagramma tracciato nella tavola II^a, nulla davvero di più acconcio che un pozzo da praticarsi in mezzo allo Stretto; esso avrebbe ancora il vantaggio di moltiplicare i punti d'attacco della Galleria. Vediamo se l'opera sia possibile.

3.

Configurazione del fondo sottomarino. — Impossibilità economica di costrurre un pozzo in mezzo allo Stretto.— Se prendiamo a consultare il piano unito, noi vediamo nella direzione del tracciato circa a

metà fra le due sponde, elevarsi un piccolo dorso che fa parte dell'Istmo sommerso di sollevamento di cui abbiamo sopra tenuto parola. Questo rilievo è circoscritto da nna delle tante curve orizzontali, la quale descrive un giro intorno ad esso ripiegandosi quasi su se stessa. Tutto sembrerebbe dunque favorire l'opera; la singolare configurazione del fondo marino sarebbe infatti una vera provvidenza per quest'oggetto, ma se ci diamo la pena di esaminare le quote marine, noi troviamo che quella di esse che corrisponde alla sommità del dorso in discorso misura nna colonna di ben 102 metri d'acqua, e che la curva orizzontale mentovata è quella segnata sul piano orizzontale che si trova a 110 metri sotto il livello del mare. Quindi la felice disposizione del fondo marino non basta da sola a rendere utile un'opera, alla cui realizzazione si oppone una così enorme falda d'acqua.

Come discendere infatti fino a 102 e più metri di profondità sotto il mare e scavarvi un pozzo? Come frenare l'onda marina che invaderebbe i lavori, come combattere la forza della corrente? Ecco, problemi tutti molto serii a risolversi.

L'operazione, tuttochè difficile e lunga, non sarebbe però impossibile, tecnicamente parlando; ma economicamente essa assume tale carattere di gravità da doversi assolutamente ritenere per tale; opera estremamente difficile e costosa, essa non è ngualmente indispensabile.

La brevità del tratto di galleria da perforarsi nei terreni sommersi da nn lato, una serie di osservazioni possibili a farsi (sia operando cogli scandagli in seno al mare, sia procedendo agli scavi d'esplorazione sulle due sponde) dall'altra, ne sortirebbero, e ne eluderebbero quindi in gran parte l'effetto con lieve spesa.

4.

Osservazioni in mare. — Operazioni di scandaglio. — Raccordamento geometrico delle due coste. — Poco ci rimane a dire per completare questa seconda parte del nostro lavoro, in cui siamo vennti componendo il propostoci Progetto di galleria sottomarina; la chiuderemo pertanto aggiungendo solo brevi parole sulle operazioni geodetiche e di scandaglio necessarie per preparare i materiali occorrenti alla redazione d'un Progetto definitivo.

Digitized by Google

Dal complesso di quanto esponemmo si scorge come, per ben riuscire nell'opera, si richiegga anzitutto l'esatta determinazione della vera forma e natura del fondo marino dello Stretto e per tutta la traversata fra Villa S. Giovanni e Ganzirri, direzione del tracciato, nonchè di tutti i terreni emersi su cui s'estende il tracciato medesimo. Sarà questa una vera sorgente, feconda di molte ed importanti cognizioni che spianeranno la via agl'Ingegneri i quali, (presto o tardi) venendo a sobbarcarsi negli studi di questa interessante costruzione, dovranno redigerne un Progetto definitivo.

Le recenti invenzioni di macchine e di apparecchi che assicurano l'opera e guarentiscono la vita dei palombari, l'applicazione medesima che vien fatta di molti principii scientifici, permettendo di discendere in fondo al mare per osservarvi direttamente, faciliteranno questa via di ricerche. Così l'uso della Campana a palombari quale fu perfezionata da Rennie, nella quale gli uomini possono lavorare a profondità considerevoli; quello del *Bateau plongeur* e l'altro dell'Idrostato sottomarino del signor Payène, in cui possono lavorare più di 30 uomini: lo Scafandro di Sièbe, di cui si munisce il palombaro, l'uso stesso delle Lampade sottomarine (alimentate dall'ossigeno) di Léauté et Dénoyel (Vedi *Technologiste* 1867) ecc., ecc., potrebbero trovare qui opportuna applicazione per esplorare quei bassi luoghi: oltrechè la sola manifestazione di un bisogno che faccia appello all'intelligenza ed al genio inventivo, richiamando sul soggetto la pubblica attenzione, basterebbe, essa sola, a creare prontamente nuove macchine e nuovi mezzi per riuscire nell'opera.

Finalmente il raccordamento geometrico delle due coste, per combinare il Progetto definitivo e per riportare il tracciato sul terreno e fare il piano d'attacco non è difficile, perchè sopra meno di quattro chilometri di superficie marina la visnale corre benissimo se coadiuvata da buoni istrumenti d'ottica che si trovano a disposizione dell'operatore. E le gallerie in curva, non presentano oggidì all'ingegnere difficoltà maggiori, di quello che le presentino le gallerie rettilinee.

PARTE TERZA

ECONOMIA

CAPO I.

Estimo delle spese di costruzione e provvista di materiale mobile.

1.

Spese di primo impianto. — Cantieri. — Esaurita la parte tecnica della quistione ci rimane tutta intera a trattare la parte economica, che dovrà comprendere la stima e l'esercizio.

È noto quanto sia difficile apprezzare questi elementi, per difetto di dati positivi e corrispondenti alle particolarità pratiche che vanno prese in considerazione. Dovendo tuttavia elaborare uno stato sommario della spesa di costruzione della Galleria sottomarina in progetto, come pure del resto della linea Messina-Reggio, procureremo di seguire la via più dritta, che condurre ci possa alla giusta meta; sarà quella del confronto. In questo prenderemo a base delle nostre considerazioni i casi meglio studiati ed i più discussi, cercando di tenerci ugualmente lontani dai due estremi, spogliati preventivamente da ogni interesse di parte. — Nell'estimo che stiamo per intraprendere ci studieremo quindi di vedere le cose dal lato il più pratico che ci riuscirà possibile, e più consentaneo alle attuali condizioni tecniche ed economiche del servizio ferroviario in Italia.

Tutta la parte complementare del tracciato proposta per le Diramazioni sulle coste settentrionali, come pure la Variante, verrà

Digitized by Google

pertanto d'ora in poi abbandonata, per non occuparci che della sola comunicazione principale Messina-Reggio per Villa S. Giovanni e Ganzirri, quale venne progettata e descritta. Molte considerazioni pecuniarie forniranno argomento al primo capo della stima ed anzitutto non sarà inutile distinguere dalle altre, che seguiranno, le spese di primo impianto le quali più o meno sono sempre indipendenti dall'ampiezza del traforo e dalla sua lunghezza, e riescono di ben diverso genere da tutte le altre afferenti la costruzione sempre in più intimo rapporto col sistema di perforamento. Nel supposto che questo dovesse farsi con mezzi meccanici, tali spese si eleverebbero a cifre molto considerevoli, e sarebbero invece molto più modeste ove si trattasse di perforamento a mano.

Se poi la trasmissione del movimento si facesse mediante le condotte d'aria compressa (ciò che costituisce il caso più comune nelle gallerie scavate meccanicamente: per la ragione principalissima che questo genere di trasmissione, molto efficace e pronto, ha ancora il non dispregevole vantaggio di somministrare gratuitamente aria pura per la ventilazione dei lavori), allora di queste spese altre affetterebbero esclusivamente la compressione dell'aria, come quelle per le macchine a vapore, i compressori, gli edifici, le tettoie e tutti i meccanismi relativi; altre invece, come quelle delle officine di riparazione, affetterebbero in parte i mezzi meccanici di escavazione, ed in parte anche gli altri lavori; altre spese finalmente sarebbero affatto indipendenti dai mezzi di escavazione da adoperarsi.

Noi valutiamo in cifre tonde ad un milione di lire italiane la spesa d'impianto di ognuno di questi due cantieri così ripartita fra i vari elementi di costo:

CANTIERI.

1	Espropriazione del terreno mq. 50 000	L.	25 000
2	Edifizio per i compressori e le macchine a vapore, locale per N° 4 compressori	»	120 000
3	Officine di riparazione mq. 800 . .	»	50 000
4	Magazzino centrale succursale per la calce, legna, carbone, in tutto mq. 850	»	42 000
	A riportarsi	L.	237 000

	Riporto	L. 237 000	
5	Polveriera	» 4 000	
6	Camerone d'aspetto alla bocca della Galleria	» 4 000	
7	Movimento di materie per la formazione e regolarizzazione de' piazzali, muri di difesa ecc.	» 40 000	
8	Strade di servizio, steccato di chiusura ecc.	» 20 000	
	Totale	» 305 000....	305 000

MECCANISMI.

9	Compressori e motori a vapore . .	» 250 000	
10	Serbatoi N° 2	» 75 000	
11	Condotta d'aria esterna	» 30 000	
12	Attrezzi diversi, galetti, indicatori, ecc.	» 20 000	
13	Corredo delle officine, trasmissioni, cingoli, ecc.	» 70 000	
	Totale	» 445 000....	445 000
14	Spese per provviste di perforatori, tubi, tela, caoutchouc, ecc., guide, piattaforme, carri, riforniture di magazzeni, ferro, acciaio, ecc., per potere incominciare i lavori	» 250 000....	250 000
		Totale L.	1 000 000
	Per N° 2 cantieri	L.	2 000 000

Questo quadro, redatto su quello compilato dall'Ing. S. Grattoni per la galleria delle Alpi Elvetiche in base all'esperienza fattane al traforo del Cenisio (V. *Studi per la ferrovia delle Alpi Elvetiche*), condurre dovea ad una conclusione abbastanza diversa, per le considerazioni, di luogo specialmente, svolte nella seconda parte di questo studio, tenuto conto ancora dell'importanza relativa che conveniva assegnare ai cantieri di costruzione. Tale capitale però, per essere in armonia con tutti gli altri da spendersi durante la costruzione, dovrebbe subire l'aumento dell'interesse composto per tutto il tempo che precederà l'esercizio della linea (dipendente dalla durata d'escavazione del maggior tratto di galleria a foro cieco) e di-

minuirsi del valore realizzabile all'epoca del compimento dei lavori, di tutti indistintamente i capitoli di costo che saranno in rimanenza attiva a quell'epoca, dovendo essere del valore preso in considerazione il solo consumo.

2.

Spese per lo studio del Progetto definitivo e pel tracciamento della Galleria. — Alle spese di primo impianto sono contemporanee o seguono le spese di costruzione, ma a tutte indistintamente sogliono per solito precedere le spese per lo studio del Progetto definitivo. Lasciando in disparte per poco i tratti di raccordamento sullo due coste, di più facile apprezzamento, e limitandoci a considerare la sola parte sotterranea della comunicazione, noi vediamo che queste spese sono specialmente di tre sorta: quelle per gli scavi da praticarsi sulle coste, quelle per gli scandagli da compiersi in mare, e le spese pel tracciamento sul terreno; ma le prime rientrano nelle spese ordinarie di costruzione, perchè gli scavi d'esplorazione riusciranno utilizzati come scavi definitivi; le spese delle sonde saranno in relazione coi mezzi che si sceglieranno per iscandagliare il fondo dello Stretto nella direzione del tracciato, ma non s'eleveranno mai ad una somma molto rilevante. Noi comprendendovi le spese pel tracciamento sul terreno, colle quali si trovano in intima relazione, crediamo non andare errati fissandone il massimo complessivo a L. 100 000; la qual somma è da ritenorsi più che sufficiente specialmente ove si prestasse gratuita l'opera di qualche nave dello Stato, come sarebbe nell'interesse del Governo, in particolar modo quando questi studi si dovessero intraprendere per suo conto diretto.

3.

Spese per la costruzione della Galleria. — Con questa categoria di spese, che comprende le più rilevanti, entriamo ora realmente nella parte più delicata e più interessante della quistione; quella che per solito, e più soventi, fa commettere i più grossolani errori, aventi spesso per conseguenza il fallimento delle Società assun-

trici dei lavori, la rovina di molti interessi, qualche volta lo scredito degli Ingegneri e un contenzioso lungo e costosissimo.

I dati che si hanno sono assai diversi e contraddittorii; prima però di innoltrarci in qnesta penosa discussione, giova premettere alcune avvertenze sul traffico. La pratica dell'esercizio ha insegnato, ed ora si ritiene qnasi assioma nella costruzione delle strade ferrate, che « per nna circolazione di 1 000 000 di viaggiatori e 500 000 tonnellate per anno, si debba stabilire una via a doppio binario; ed allorchè la circolazione non ecceda 400 000 viaggiatori e 200 000 tonnellate di mercanzie, la via possa essere ad un binario solo, con una lnnghezza di vie di scanzo eguale al quinto o al quarto della lunghezza totale della via, ma in tal caso convenga comperare i terreni che possono addivenire necessari in seguito per apertura a dne binari; che i lavori d'arte e le trincee debbansi eseguire per la doppia via, i rialzi e le massicciate istabilire per nna sola. »

Vedremo fra breve, quando parleremo dell'esercizio, come nelle condizioni attnali del traffico, non sia sperabile sulla ferrovia in progetto che un movimento ristretto sotto i limiti inferiori citati, per cui converrà costrurre la linea ad un solo binario colle opere d'arte per binario doppio; frattanto potrebbe ancor sorgere dubbio se convenga aprire la Grande galleria ad una sola o a doppia via. L'importanza del movimento commerciale prevedibile dopo la sua apertura, senza essere grandissima, sarà però, come cercheremo di provare, abbastanza considerevole; ma l'aspettazione è quella d'nn avvenire migliore, oltrechè, per le forti pendenze e per le altre condizioni che rendono più difficile l'esercizio di nna ferrovia sottomarina, ci sembra che nna via a semplice binario in galleria darebbe facilmente luogo a ritardi e ad inconvenienti incomportabili con una linea destinata a divenire di primaria importanza. Fummo perciò condotti ad ammettere che anche la Galleria sotto-marina, come tutte le altre opere d'arte e di preferenza, debba interamente essere costrutta per doppio binario, ed a norma di qnesta determinazione presa procederemo alla stima.

Soltanto, poichè le ragioni che potrebbero consigliare una galleria ad un solo binario tengono tutte all'indole economica, conchinderemo (come il Relatore della Commissione del 1864 pel passaggio delle Alpi Elvetiche), che, ove la differenza di spesa fra un modo di costruzione e l'altro dovesse essere cagione che si rinunciasse all'impresa, non esiteremmo a consigliare che si costruisse

tutta la linea ad un solo binario piuttosto che non farla, ed il commercio si adatterebbe ad avere una ferrovia meno pronta e regolare di esercizio piuttosto che non averne alcuna.

Questo premesso, passiamo a stabilire il prezzo elementare per metro corrente di galleria.

Riandando la serie dei lavori fatti in questo genere, troviamo che il prezzo delle più lunghe gallerie, a due vie, finora costrutte in varie località, aperte nella pietra e nelle condizioni le più difficili mediante macchine o coi mezzi ordinari è all'incirca, e forse non supera le lire 3000 per metro lineare tutto compreso.

La Commissione nominata nel 1860 per istudiare il passaggio delle Alpi Elvetiche ne determinava essa stessa il costo per doppio binario in ragione di lire 2500.

E nella convenzione stessa 7 maggio 1862, stipulata tra la Francia e l'Italia allo scopo di regolare fra i due paesi interessati nel traforo della grande galleria delle Alpi Cozie, la spesa pel traforo della galleria medesima; nell'art. 4, si conveniva al prezzo di lire 3000 per metro corrente di galleria interamente eseguita dal lato della Francia (quindi l'armamento per la doppia via compreso), la partecipazione di quest'ultima al traforo.

Ma rispetto alla galleria del Cenisio (lunga 12220 m.), siccome la spesa ad opera finita riteneasi dover ascendere a L. 68700000, così si avrebbe il costo di L. 5622 per metro lineare. Tale cifra fu stabilita dalla Commissione del bilancio pel 1865, e inchiude il costo dei primi esperimenti e quello dei meccanismi.

Finalmente la Commissione nominata nel 1864 per l'esame tecnico dei progetti e degli altri studi relativi al passaggio delle Alpi Elvetiche, nel suo rapporto del 21 giugno 1865, assegnava per l'apertura a doppio binario di tutte indistintamente le gallerie e porzioni di gallerie da escavarsi a foro cieco, per quanto la loro lunghezza variasse da 9500 a 13500 metri circa, assegnava dico il prezzo elementare di lire 4800 al metro lineare, così ripartito fra le diverse categorie di lavoro:

Escavazione meccanica della piccola galleria, comprese le spese di primo impianto e di manutenzione di tutti i meccanismi	L. 2 400
Tagli in grande sezione	» 1 600
Rivestimenti	» 600
Volto rovescio, marciapiede ed altre opere accessorie	» 200
Totale	L. 4 800

E la medesima Commissione, ritenendo che le parti di galleria che possono scavarsi col sussidio dei pozzi rientrano nelle opere d'ordinaria e non difficile esecuzione e riescono di un costo relativamente assai meno elevato di quello delle parti a foro cieco, (perchè infatti nelle più corte gallerie sono più brevi i trasporti delle materie escavate, minore l'incaglio e minori le difficoltà e la spesa di ventilazione); così applicava a tutte in generale il prezzo elementare di L. 3000. La predetta Commissione, per timore che quest'ultimo prezzo potesse sembrare troppo forte, faceva osservare che le imboccature dei pozzi dovevano essere stabilite in regioni elevate dai 1200 ai 1400 metri sul livello del mare, nelle quali, per l'asprezza del clima e per la difficoltà dei trasporti, doveva per conseguenza riuscire più difficile o dispendioso l'impianto dei meccanismi e dei cantieri, e lo scavamento stesso dei pozzi di notevole profondità; e che finalmente intendeva compresa nella somma prevista per queste parti della galleria, la spesa per le fronti della galleria medesima.

A queste conclusioni era condotta la Commissione perchè le cifre indicate dalla Direzione del traforo delle Alpi Cozie, dipendevano da un primo esperimento del sistema meccanico di escavazione, dalle successive modificazioni nei meccanismi, dalle speciali cautele che si dovevano usare nell'intraprendere per la prima volta un'opera così straordinaria, ed infine dall'inesperienza del personale, per cui tutte le difficoltà dipendenti dall'applicazione, in grande scala, di un sistema di lavoro affatto nuovo e senza esempio, erano altrettante potenti cagioni di perdita di tempo e di aumento di spesa, le quali non si rinnoverebbero più nell'escavazione di un'altra grande galleria a foro cieco.

Detta Commissione tenne pur conto delle condizioni eccezionalmente sfavorevoli nelle quali si sono per lungo tempo eseguiti i lavori del Cenisio, sia per la natura delle rocce da traforarsi, sia per la necessità di generali rivestimenti, sia per le scarsissime risorse che presentano gli abitati posti in vicinanza degli imbocchi, sia finalmente per la mancanza di una comoda strada rotabile che congiunga direttamente gli imbocchi medesimi. Ora, siccome tutte queste circostanze sfavorevoli, era sperabile, che non si sarebbero verificate, nè simultaneamente, nè in egual grado per altre gallerie, e poichè nello stesso traforo del Cenisio i loro effetti cagionarono maggior ritardo nei primi anni della lavorazione, che in seguito, così ne venne per conseguenza il poter ammettere un notevole risparmio di spesa.

Digitized by Google

Questo effetto utile infatti, conchiudeva la prefata Commissione, ottenuto nel medesimo tempo deve necessariamente corrispondere ad una minore spesa elementare, e quindi siamo persuasi, che i calcoli che si istituissero sul lavoro recentemente eseguito, darebbero un prezzo unitario inferiore a quello che si troverebbe per i lavori eseguiti nei primi anni della costruzione.

Valutando perciò tutte queste circostanze, considerando particolarmente che per un altro passaggio le spese di primo impianto saranno certamente molto inferiori a quelle che si sono dovute erogare a Bardonecchia e Modane e che la natura delle rocce non renderà necessario un generale rivestimento, la Commissione stabiliva i prezzi indicati come i più giusti: ossia come s'è detto L. 4800 al metro lineare per le lunghe gallerie da scavarsi a foro cieco, per quanto la loro lunghezza variasse da 9500 a 13500 metri e L. 3000 per le parti delle gallerie medesime che si potessero aprire col sussidio dei pozzi. Ora, in questa valutazione, la Commissione classificava come tratti da aprirsi con pozzi e quindi da applicarvisi il prezzo minimo di L. 3000 al metro corrente dei tratti a foro cieco di 5000 metri di lunghezza e 233 metri di pozzo come quello del S. Gottardo (progetto Beckh e Gerwig) variante per Abfrutt, e come quello del progetto principale nel Gottardo a nord della lunga galleria di 3550 metri di lunghezza e col pozzo di 303 metri di profondità.

Le condizioni di questi soli due tratti di galleria, indipendentemente da tutte le altre circostanze, tenuto conto soltanto della loro lunghezza e della profondità dei pozzi per l'influenza che questa ha sulla spesa di costruzione, li rendono molto superiori, in ordine a difficoltà, al tratto intermedio a foro cieco della Galleria sottomarina progettata di soli 4200 metri di lunghezza e con pozzi di 125 e 47 metri di profondità rispettivamente; non occorre far menzione dei tratti estremi della galleria, de' quali la facilità di costruzione è assai minore al paragone.

Senza aggiungere più oltre confronti fra le condizioni in cui si trova la Galleria sottomarina in progetto, e quelle di una galleria attraverso alle Alpi, fra le quali ogni analogia manca affatto per le condizioni di luogo e di clima che, come si disse, esercitano una grandissima influenza sul costo dei lavori: possiamo, a parte ogni peritanza, adottare questo prezzo elementare di lire 3000 per metro lineare di galleria, come un massimo, per applicarlo indifferentemente a tutti i tratti di galleria, ed ai pozzi indistin-

tamente, intendendo che esso debba tutto comprendere, dalle spese di primo impianto, all'armamento finale della via esclusivamente; perchè, se le infiltrazioni non sono a temersi qui maggiormente che nelle Alpi, la difficoltà di estrarle non è neppure maggiore, semprechè trattisi di scavi per pozzi, o di imbocchi inclinati dall'esterno all'interno.

Ritenuta però la necessità di costrurre delle conche, e che in tutti i casi l'estrazione delle acque interne dovrebbe, nel caso nostro, farsi sempre artificialmente; organizzando cioè un conveniente servizio di macchine idrovore; ritenuta ancora l'eventuale convenienza di prolungare i pozzi come mezzo d'osservazione: abbiamo creduto dover fare un aumento di 250 000 lire per chilometro, per conchiudere come segue al prezzo definitivo di L. 3250 per metro lineare, il costo totale della Galleria sottomarina (1).

Traforo della galleria, lunghezza metri 8 500, a L. 3 250 per metro lineare . . . . . L.	27 625 000
Perforamento dei pozzi, profondità rispettive: m. 118, metri 40, metri 73; totale metri 231 a L. 3 000, L.	693 000
Costo totale della galleria e pozzi L.	28 318 000

(1) Per convenzione 20 giugno, e successiva approvazione con legge due agosto 1868, essendo stata sciolta definitivamente la Società Vittorio Emanuele, concessionaria per legge 25 agosto 1863 della rete tutta Calabro-Sicula di chilometri 1270, compresa la linea Eboli-Potenza-Basento; e ritornata al Governo l'intera rete; questo, mentre da una parte affidava (Convenzione medesima 20 giugno 1868) 640 chilometri della rete ricuperata all'Impresa generale costruttrice Vitali, Charles, Picard e C.ª, perchè eseguisse le opere di finimento sulle linee poste in esercizio (149 chilometri), e continuasse i lavori e compisse interamente altre sezioni (461 chilometri), si riservava a provvedere per proprio conto ai lavori pel proseguimento dei rimanenti tratti di ferrovia, misuranti approssimativamente la lunghezza di 630 chilometri.

Per facilitare pertanto la costruzione di alcuni dei tratti rimastigli pensò il Governo di por mano senza indugio all'escavazione delle maggiori gallerie, e fra l'altre a quella di Stalletti in un alto contrafforte di granito, che sbarra la spiaggia fino al mare, e forma un erto appicco chiudente ogni varco ai tronchi di ferrovia, moventi l'uno da Taranto, da Reggio l'altro, lungo la ferrovia dell'Jonio.

Dovendosi intanto superare tale ostacolo mediante un traforo della lunghezza di 1800 metri circa nelle rocce granitiche, si riuscirà ad un lavoro lungo e difficile, a cui il Governo pensò provvedere mediante un contratto di

Digitized by Google

A questo costo vanno aggiunte le spese per l'armamento della galleria, le quali valutiamo a L. 200 000 per chilometro, cioè L. 80 000 più di quanto sieno state stimate per la grande galleria del S. Gottardo dalla Commissione governativa incaricata di studiare la scelta del passaggio delle Alpi Elvetiche; non perchè crediamo quella somma assolutamente insufficiente, ma piuttosto per istituire un certo compenso per la maggiore importanza che dovrebbero avere le condotte di scolo, ed altre opere di rifinimento.

L'importo totale dell'armamento della via pertanto, sopra 8 500 metri di lunghezza, dovrà condurre ad una spesa totale di L. 1 700 000.

4.

Segue l'estimo delle spese di costruzione. — Stazioni d'imbocco.

Completeremo l'estimo dell'intera linea Messina-Reggio determinando la spesa per costrurre i due tratti di raccordamento Imbocco siciliano-Messina, Imbocco calabrese-Reggio, e le Stazioni.

Cominciamo da queste ultime. Non è possibile a rigore di termini fissare esattamente l'ampiezza da assegnarsi alle stazioni e l'importo assoluto dei lavori necessari, dipendendo essi da molte circostanze onerose e dal genere di servizio richiesto dall'esercizio della linea e dal traffico specialmente. In seguito alle considerazioni svolte al cap. III, § 3 della seconda parte di questo studio, fummo indotti a fissare due stazioni intermedie, una per ogni imbocco, di 30 mila metri quadrati di superficie, il cui importo ripartito nei vari elementi di costo, sarebbe il seguente:

Costo di una stazione di 30 000 mq. di superficie da costruirsi a uno dei due imbocchi della Galleria sottomarina.

accollo conchiuso fra il Governo medesimo da una parte, ed il sig. Fazzari dall'altra, il 2 novembre 1868; in base ai lavori eseguiti, a misura ed ai prezzi convenuti nel contrattò stesso.

Ora questa importante opera dovendo farsi nella stessa regione del territorio nazionale, ed aprirsi nelle stesse rocce granitiche in cui verrà ad essere scavata la Galleria sottomarina progettata, giudicammo opportuno farne qui parola, perchè servirà a somministrare abbondanti dati economici, e molti utili tecnici ammaestramenti praticamente ricavati, e sicuri per conseguenza.

Digitized by Google

NATURA DELLE OPERE		COSTO	
a) Edifizi e costruzioni diverse:			
Sbarcatoio	L.	30 000	
Piazzali, tettoie, latrine, marciapiedi ed accessori	»	10 200	
Edifizio per le mercanzie . . .	»	15 000	
Calate e rampe per le mercanzie	»	7 200	
Rimesse delle vetture	»	25 000	
Rimesse delle locomotive . . .	»	47 000	
Edifizio per l'alimentazione delle locomotive	»	16 000	
Accessi, cinte, acquedotti ecc.. .	»	7 600	
Totale pel capitolo *a)*	L.	158 000	158 000
b) Doppie vie e oggetti diversi:			
Pel servizio generale	L.	128 000	
Per la rimessa delle vetture . .	»	8 500	
Per la rimessa delle locomotive	»	41 500	
c) Mobiglio delle stazioni e materiale delle officine:			
Mobili delle stazioni	L.	1 000	
Grù ed oggetti diversi per le mercanzie	»	10 000	
Materiale per l'alimentaz.^{ne} d'acqua	»	53 000	
Totale per i capitoli *b)* e *c)*	L.	242 000	242 000
d) Acquisti terreni			L. 100 000
e) Movimento di terra, opere di difesa			
Totale generale			L. 500 000
Per due stazioni			L. 1 000 000

5.

Segue l'estimo delle spese di costruzione. — Vie di raccordamento. — Passiamo alle diramazioni per Messina e Reggio. Riesce molto agevole cosa valutare per confronto questi due tratti di ferrovia;

ci apprende infatti la relazione sulle strade ferrate italiane per l'anno 1868, come la cessata Società Vittorio Emanuele, concessionaria della rete calabro-sicula, avesse mediante regolare contratto, accollata dall'impresa generale Vitali, Charles, Picard e Comp. la costruzione di tutte le linee componenti la rete concessa (1270 chilometri) al prezzo chilometrico di L. 230 000 compreso in esso il valore del materiale mobile. Più recentemente colla convenzione 20 giugno 1868, conchiusa fra il Governo e l'Impresa costruttrice mentovata, col concorso della cessata Società Vittorio Emanuele, (che trovandosi nell'impossibilità di corrispondere agli impegni assunti nell'atto di concessione, aveva dovuto cedere ogni sua ragione di diritto al Governo) la prima si obbligava verso il Governo ad eseguire le opere di finimento delle linee poste in esercizio, cioè:

Da Palermo a Termini	C.m.	37	
Da Messina a Catania	»	95	
Da Reggio a Lazzaro	»	17	
	Cm.	149	149

ed a proseguire i lavori e ad ultimare interamente le sezioni:

Taranto Cariati	C.m.	176	
Lazzaro al fiume Ass.	»	118	
	C.m.	294	294

nella rete delle Calabrie.

Catania-Siracusa	C.m.	88	
Catania-Leonforte	»	70	
Termini-Lercara	»	39	
	C.m.	197	197

nella rete Siciliana.

In totale . . .	C.m.	640

Ora il totale costo di tutte queste linee che l'Impresa si obbligava a dare ultimate col 1870 essendo stato definito in L. 119 631 542 in tutto, cioè:

L. 110 720 047 per opere di costruzione, compreso l'armamento e le stazioni;

e L. 8 911 495 per provviste di materiale mobile: il costo medio dei lavori per compiere, ed aprire all'esercizio, i 640 chilometri

di via in discorso, comprese le stazioni ed ogni altro accessorio, riesce per chilometro di . . . . . L. 173 000
ed il materiale mobile . . . . . » 13 924

Quindi il totale prezzo chilometrico di queste linee non è che di . . . . . L. 186 924

Questo costo chilometrico ci sembra tuttavia molto basso per farvi, per ora, sopra un solido fondamento nell'estimo che passiamo a fare, quantunque i tronchi di ferrovia contemplati siano i meglio comparabili ed i più somiglianti ai tronchi estimandi; e noi lo portiamo quindi direttamente a L. 200 000 nel caso nostro, senza comprendervi la parte di spesa afferente alla provvista di materiale mobile.

Ecco intanto la divisione della spesa chilometrica nei varii capitoli di costo, ed il costo chilometrico medesimo di questi due tronchi di raccordamento, che ci pare meglio loro convenire; e che adotteremo nell'estimo:

1. Spese generali, spese di studio, personale, ecc.	L.	10 000
2. Acquisto terreni (superficie occupata mq. 34 per metro di via)	»	34 000
3. Movimenti di terra, lavori d'arte, cinte, case cantoniere, ecc.	»	90 000
4. Via semplice (con guide Vignole), (1) zavorra, vie di scanso, accessorii della via e spese diverse	»	66 000
Totale	L.	200 000

Conveniamo che questo costo chilometrico di L. 200 000 possa sembrare alquanto elevato relativamente al costo delle linee costrutte e costruende della rete calabro-sicula, e relativamente alle difficoltà sia tecniche, sia economiche, dei tratti di via considerati; e lo sembrerà forse tanto più, inquantochè in esso non viene compresa parte alcuna di costo afferente alle stazioni che in casi simili suole fissarsi anche a L. 20 000 per chilometro.

Esso tuttavia ci pare in armonia coi prezzi precedentemente stabiliti, trovandosi tutti peccare piuttosto in eccesso; ma tutto ciò ci terrà al coperto per ogni possibile ommissione od imprevidenza.

(1) Il costo di un chilometro di via semplice, con guide Vignole del peso di 37 chilogrammi per metro lineare, guide, traversine, ramponi, stecche, chiavarde, chiodi, tutto compreso; senza la zavorra, è di L. 26 562,42.

Ove però si consideri che la via dovrà circuire le città di Messina e Reggio per rannodarsi alle reti rispettive e quindi disturbare molti interessi, e che lungo il litorale medesimo se si starà sulla sponda occorreranno opere di difesa, tenendosi invece fra la collina e le case litoranee, costrutte in abbondanza sulla costa, specialmente su quella della Sicilia, si corre rischio di andare incontro a qualche demolizione, perciò sempre o a rilevanti spese per opere d'arte od a rilevanti indennità d'espropriazione, non parrà questo prezzo troppo elevato.

Ora dallo stato delle lunghezze presentato nella seconda parte di questo lavoro, risulta, che la percorrenza ferroviaria della Stazione della Grotta (questa non compresa) a Messina, compresa la traversata della Città, è per questa linea di metri 8050; che a L. 200 000 per chilometro importa . . . L. 1 610 000

Che quella dalla Stazione di Azarello a Reggio, compresa la traversata della Città, è di metri 13 550; che a L. 200 000 per chilometro fa . . . . » 2 710 000

In tutto L. 4 320 000

alle quali bisognerà aggiungere l'importo dei due brevi tratti di piano inclinato, di 250 met. ciascuno, in tutto met. 500; che dagli Imbocchi della grande galleria mettono alla Stazione d'imbocco corrispondente; i quali, dovendo essere costrutti per doppia via, non possiamo periziare al prezzo degli altri tratti di raccordamento; ma stimiamo doversi per essi far luogo ad un aumento, portando il costo chilometrico a L. 300 000; e così in tutto per metri 500 . . . . . L. 150 000

6.

Provvista di materiale mobile. — Come ultimo capitolo di costo della comunicazione sottomarina fra le due reti, peninsulare e siciliana, rimane a considerarsi la spesa per provvista del materiale mobile ad essa afferente. Cominciamo dal tratto intermedio a forte pendenza di metri 9200, fra i centri delle due stazioni d'imbocco. La natura di questo esercizio, sopra pendenze eccezionali, consigliando macchine speciali per questo servigio, richiederà pure

eccezionali spese. Qui la quantità del materiale mobile, necessario per chilometro di via, non solo sarà, come sempre, dipendente dall'entità del prodotto lordo chilometrico e dalla pendenza che determinano naturalmente la qualità dei motori, e quindi influiscono sul loro costo, ma dovrà dipendere eziandio, e specialmente, dalla lunghezza del tratto contemplato, sul quale occorre l'uso di motori speciali.

Ritenuto pertanto, come si rileva dal resoconto relativo, che la percorrenza media annua delle locomotive sulla rete italiana è di circa 24 mila chilometri per anno, ciò che fa 65 chilometri per giorno (nel 1867 fu di chilometri 23 862, e circa la metà quella dei veicoli), e ritenuto ancora che una locomotiva in servizio fa ogni giorno 150 a 200 chilometri, vale a dire circa il triplo del tragitto medio, ne risulta che due locomotive sono in riparazione per una che sia in servizio, ossia che una macchina non lavora che quattro mesi dell'anno. Si può dunque conchiudere che per il servizio della Galleria sottomarina fra le due stazioni d'imbocco ad Azarello e Ganzirri, occorreranno almeno 12 locomotive per non dar luogo a ritardi e ad inconvenienti incomportabili in una linea di prima importanza, ed un terzo almeno di locomotori a forza centrifuga, semprechè l'uso potesse convenirvi, come non ne dubitiamo; ai casi eccezionalissimi si potrebbe supplire aiutandosi con locomotive del resto della rete.

Quanto ai veicoli di trasporto, essendo gli stessi che entrano nella composizione dei convogli delle linee attigue che transiteranno nella galleria senza che occorra di ricomporli, il loro costo chilometrico non varierà molto da quello che si verifica in quelle.

Sul resto della rete lo poniamo pertanto di L. 15 000 per chilometro di via (1), per cui si può fissare come segue il costo del

(1) Il materiale mobile in servizio sulla rete italiana nell'anno 1868 (Vedi Relazione sulle strade ferrate italiane, anno 1868) si trovava nelle seguenti quantità e proporzioni, in totale e per chilom. di via in esercizio:

Locomotive	totale N.	950,	per chilom. di via	N.	0,169
Carrozze	» »	3517,	»	»	0,626
Carri diversi	» »	708,	»	»	0,126
Carri da merci	» »	11841,	»	»	2,110
Carri per massicciata	» »	1143,	»	»	0,2

Il costo delle locomotive per vie ordinarie varia da L. 42 000 a L. 107 000, quello delle vetture da L. 3000 a 12 000, più ordinariamente 5 a 6 mila; quello dei carri . . da L. 3000 a 5000 id. 3 mila a 3500

materiale mobile occorrente all'esercizio della galleria fra i centri delle due stazioni d'imbocco (metri 9200).

Locomotive a forti pendenze N. 12 a L. 90 mila l'una.	L.	1 080 000
Locomotori a forza centrif. N. 4 di 40 tonn. a L. 40 000 l'uno	»	160 000
Materiale di trasporto afferente ai 9200 metri di via esercitati in ragione di L. 15 000 per chilometro	»	138 000
Totale	L.	1 378 000

Finalmente assumendo a L. 30,000 per chilometro il costo del materiale mobile (locomotive e veicoli di trasporto) per la complessiva lunghezza di metri 21 800 delle due vie di raccordamento, dal centro della Stazione della Grotta a Messina; e dal centro della Stazione di Azarello a Reggio comprese le traversate delle due città, si ha per esse una totale spesa attinente per provvista di materiale mobile di . . . . . L. 654 000

E così in tutto, per provvista di materiale mobile L. 2 032 000

7.

Ammontare generale delle spese di costruzione e provvista di materiale mobile. — Ricapitolando pertanto, si trova la spesa di congiunzione delle due reti Siciliana e Peninsulare a Messina e Reggio, colla Galleria sottomarina progettata, per doppia, via fra Ganzirri e Villa S. Giovanni essere la seguente, che diamo sotto riserva di possibili modificazioni, ripartita nei vari capitoli di costo:

A) *Spese di studio e costruzione.*

1. Studio del progetto definitivo della Galleria sottomarina, scandagli, tracciamenti, ecc. .	L.	100 000
2. *Traforo della Galleria sottomarina fra l'Imbocco siciliano alla Grotta e l'Imbocco calabrese ad Azzarello, per doppio binario, della lunghezza complessiva di metri 8500, scomposta dai pozzi in quattro tronchi, il maggiore nel massiccio sommerso dello Stretto di 4200 metri di lunghezza, a L. 3250 per*		
A riportarsi	*L.*	100 000

Riporto L.		100 000	
metro lineare (spese di primo impianto comprese)	»	27 625 000	
3. *Perforamento di N. 3 pozzi della Galleria sottomarina, della profondità rispettivamente di metri 118, metri 40, e metri 73 ciascuno, in tutto metri 231, a L. 3000 per metro lin.*	»	693 000	
4. *Armamento della Galleria a doppia via ecc. per 8500 metri a L. 200 per m. l.*	»	1 700 000	
5. Costruzione di N. 2 Stazioni agli imbocchi della Galleria sottomarina, nna per ogni imbocco	»	1 000 000	
6. Costruzione della Linea di raccordamento. Stazione della Grotta-Messina (compresa la traversata della Città) ad un solo binario, della lunghezza complessiva di metri 8050, a L. 200 per metro lineare	»	1 610 000	
7. Costruzione della linea di raccordamento: Stazione di Azarello-Reggio (compresa la traversata della Città) ad una sola via, di metri 13550 di lunghezza, a Lire 200 per metro lineare	»	2 710 000	
8. Costruzione di dne brevi tratti di piano inclinato, a doppia via, che dai due imbocchi della grando galleria riescono alla stazione di imbocco corrispondente, di 250 metri di lunghezza ciascuno; in tutto metri 500; a lire 300 per metro lineare	»	150 000	
Totale spesa di costruzione	L.	35 588 000	35 588 000
B) *Spesa per provvista di materiale mobile.*			
1. Provvista di materiale mobile occorrente per l'esercizio della Galleria sottomarina fra i centri delle due stazioni d'imbocco la Grotta ed Azzarello, locomotive e locomotori a forza centrifuga, e parti ad essa spettanti per vetture e carri di trasporto	»	1 378 000	
2. Provvista di materiale mobile attinente alle due linee di raccordamento; centro Stazione della Grotta-Messina, e centro Stazione di Azarello-Reggio	»	654 000	
Totale spesa per provvista di materiale mobile	L.	2 032 000	2 032 000
Totale Generale	L.		37 620 000

CAPO II.

Durata delle costruzioni. — Versamenti annui. Interessi del costo di costruzione.

1.

Durata della costruzione. — Procedere alla determinazione del tempo necessario al compimento dei lavori non vuol dire soddisfare meramente ad un sentimento di pura curiosità; il problema si risolve in considerazioni pecuniarie ben altrimenti importanti; vuol dire da un lato saper determinare quali lavori non soffrano per dilazione e quali altri occorra invece cominciare i primi e spingere avanti con più alacrità per diminuire la durata delle costruzioni; vuol dire ancora sapere in qual epoca potrà cominciare l'esercizio, e prepararvisi; ma vuol dire di più sapere come si debba distribuire il lavoro, per avvicinare quanto sia possibile l'epoca dei versamenti successivi a quella in cui dovrà finire il periodo della costruzione e cominciare quello dell'esercizio, onde diminuire l'interesse totale del capitale impiegato nella costruzione che con quest'ultimo dovrà costituire la totale spesa occorrente per attivare il movimento sulla via.

Ora gli interessi del capitale impiegato nella costruzione, valutati sino al giorno in cui l'esercizio è aperto, dipendono:

1° Dalla durata della costruzione.

2° Dall'entità dei versamenti annuali necessari.

La durata della costruzione nel nostro caso è alla sua volta dipendente dal tempo che occorrerà per l'apertura del maggior tronco di galleria a foro cieco; di qui dunque fa duopo partire.

Supponiamo che la Galleria debba perforarsi con mezzi meccanici; passeremo in seguito a considerare anche il caso contrario in cui il traforo si compia tutto con mezzi ordinari. Come è ben naturale, anzitutto occorre procedere alla costruzione dei cantieri, e questa non potrà farsi guari in meno di un anno di lavoro solerte, ancorchè si provveda con edifizi di costruzione provvisoria

Digitized by Google

e macchine traslocabili da sito a sito, perchè nei primordi occorrono sempre dei ritardi difficilmente prevedibili (1).

Fisseremo pertanto ad un anno assoluto il tempo necessario per l'impianto dei cantieri fino al giorno in cui andranno in attività i mezzi meccanici; si potrà in questo frattempo, necessario all'installazione dei cantieri, lavorare nelle escavazioni dei pozzi coi mezzi ordinari, coi quali dall'autorevole ing. Grattoni (nella sua relazione sulla esecuzione della grande galleria pel passaggio delle Alpi Elvetiche), l'avanzamento nelle gallerie delle Alpi si riteneva potesse riuscire il seguente, che noi pure adotteremo:

Avanzamento	giornaliero	nell'escavazione dei pozzi	m. 0,333
»	»	dai pozzi e per ogni attacco	» 0,50
»	»	da ogni imbocco e per una distanza inferiore al chilometro	» 0,70

dati questi che, quantunque alquanto elevati per un lavoro a mano, essendo però in altre opere stati parzialmente raggiunti, vengono, come per le gallerie attraverso alle Alpi Elvetiche, assunti per termine fisso di confronto, perchè, in un così grandioso lavoro, diceva il prefato Ingegnere, il tempo avendo un'importanza massima, non si dovrà badare a' sacrifizi non solo per raggiungere; ma per mantenere invariabili e costanti questi limiti di avanzamento.

A partire poi dal giorno in cui verranno attivati i mezzi meccanici, prendendo a norma l'avanzamento ottenuto al Moncenisio nel 1869 ora scorso, si potrà calcolare sopra un progresso di 2 metri al giorno per ogni attacco. Rileviamo infatti dal quadro degli avanzamenti ottenuti nel traforo della grande galleria delle Alpi Cozie, che dal 1° gennaio al 31 dicembre 1869 inclusivamente, si è perforata la montagna:

(1) Al Moncenisio il primo dei compressori a tromba che funzionano attualmente, cominciava ad agire dopo poco più di un anno dal contratto che ne approvava l'installazione, tuttochè fosse mestieri ricostrurre affatto a nuovo i vasti locali destinati a riceverli, e quantunque i compressori a colonna che in quell'epoca disimpegnavano il servizio della compressione dispensassero da ogni soverchia sollecitudine (Grattoni, *Relazione sull'esecuzione della grande galleria pel passaggio delle Alpi Elvetiche.*)

a Bardonecchia per metri 827,70
a Modane per » 603,75

in totale per metri 1431,45

ma a Bardonecchia si è pure giunti a scavare sino a 81 metri di galleria, in un mese di 30 giorni, cioè 2m,70 al giorno.

Noi però non riterremo quest'ultimo dato, perchè si può dubitare che un risultato così favorevole possa essere l'effetto di circostanze eccezionali, che forse non si verificherebbero in altre località, o non durerebbero per tutta la lunghezza del traforo; ma bensì quello di due metri al giorno, e su questo stabiliremo il computo per venire a determinare la durata della costruzione.

Dietro queste basi, passiamo a determinare il tempo necessario per compiere il tratto maggiore della Galleria sottomarina, dal giorno in cui comincieranno i lavori, tenendo a calcolo il tempo, che occorrerà per lo stabilimento dei meccanismi, in cui non sarà possibile lavorare che con mezzi ordinari. La lunghezza della Galleria sottomarina, che come si disse si compone di quattro tronchi, vedemmo intanto essere così spartita:

1. Tronco estremo, dall'Imbocco siciliano al pozzo n. 3, lunghezza . . . . . metri 625
2. id. intermedio, dal pozzo n. 3 al pozzo n. 1, nei terreni emersi, lunghezza . . . . . » 2 500
3. id. intermedio, al pozzo n. 1 al pozzo n. 2, nei terreni sottomarini, lunghezza . . . . » 4 200
4. id. estremo, dal pozzo n. 2 all'Imbocco calabrese, lunghezza . . . . . » 1 175

Totale lunghezza della galleria metri 8 500

Il maggior tratto a foro cieco, di cui si compone la Galleria sottomarina è pertanto il secondo, intermedio, nei terreni sommersi, della lunghezza di metri 4200; esso finisce sulla sponda siciliana, come su quella calabrese ugualmente, in due pozzi; il primo di 118 metri di profondità, il secondo di 40. Intanto il tempo necessario per l'impianto dei cantieri essendosi supposto di un anno, durante questo periodo necessario all'installazione dei cantieri, lavorando a scavare i pozzi coi mezzi ordinari, il pozzo n. 1, il principale cioè, che si trova sulla sponda siciliana, riuscirà per-

forato nel termine del primo anno a partire dalla data dell'inaugurazione dei lavori; infatti, la sua profondità essendo di 118 metri, e di 125 se vi comprendiamo tutta l'altezza della galleria, scegliendo (per tener conto della maggiar difficoltà che s'incontrerà a perforare il primo tratto di galleria sotto il pozzo), la profondità media di metri 121,5 (colla quale si scenderà fino all'asse della galleria), nella ragione dell'avanzamento di un terzo di metro per giorno, il pozzo contemplato riuscir dovrà perforato in giorni 364,5, contati a partire dalla data dell'inaugurazione dei lavori; e cio, prescindendo dalla facilità maggiore che presenterà lo scavo alla sommità del pozzo nelle sabbie e grés quaternari di tenera consistenza.

Sull'altra sponda dello Stretto la profondità del pozzo essendo minore, esso riuscirà perforato in un tempo più breve, cioè: profondità del pozzo m. 40, compresa l'altezza della galleria m. 47, profondità media m. 43,5; in ragione dell'avanzamento di un terzo di metro per giorno; durata dei lavori d'escavazione, giorni 130,5: qui si potranno pertanto consacrare i rimanenti 234,5 giorni dell'anno nel perforamento della galleria; il quale (in ragione di mezzo metro d'avvanzamento giornaliero), dovrà essere alla fine del primo anno di m. 117,25, sopra ciascuna linea d'avanzamento.

A partire da quest'epoca, venendo attivati i mezzi meccanici, il progresso dei lavori sarà in ragione di due metri al giorno per parte, perlocchè rimanendo a perforarsi, egualmente nelle due direzioni, la metà della totale lunghezza del tronco, meno i 117 metri perforati, cioè metri 2 041,5, questi richiederanno giorni 1020,7; ossia 2 anni, 9 mesi e 21 giorni di lavoro.

Contemporaneamente verrà attaccato l'altro tronco intermedio della galleria nei terreni emersi sulla costa siciliana, come pure i due tratti estremi. Per tutti questi tronchi basterà che il perforamento si faccia a mano, eccettuatene le due linee d'avanzamento che dai pozzi n. 1 e n. 2 vanno verso agli imbocchi rispettivi, perchè tutta la galleria possa riuscir traforata contemporaneamente al tratto principale nei terreni sottomarini.

Nel tratto intermedio di 2 500 metri di lunghezza, che si trova fra il pozzo n. 1 ed il pozzo n. 3 sulla sponda siciliana, alla fine del primo anno saranno perforati tutto il pozzo n. 1 da una parte, e dall'altra, il pozzo n. 3 essendo di metri 73 di profondità, e 80 compresa l'altezza della galleria, l'altezza media risultando di

metri 76,5, questo riuscirà perforato nei primi 229,5 giorni dell'anno, colla rimanenza di giorni 135,5, nei quali si potrà ottenere un totale avanzamento a mano in galleria di metri 67,5. Così, mentre alla fine del primo anno di costruzione sarà da una parte perforato tutto il pozzo n. 1; dall'altra, al pozzo n. 3, avremo un avanzamento in galleria di metri 67,5.

Lo scavo verrà allora proseguito coi mezzi meccanici dal pozzo n. 1, e basterà continuarlo coi mezzi ordinari dal pozzo n. 3. Alla fine del secondo anno, l'avanzamento sarà per tal modo: m. 730 dal pozzo n. 1, e dal pozzo n. 3 metri 250; colla rimanenza di metri 1 520 di galleria da perforarsi. L'escavazione continuerà in modo analogo nel terzo anno di costruzione, alla fine del quale avremo perforati metri 1 460 dal pozzo n. 1, e metri 432,5 dal pozzo n. 3, in totale metri 18 92,5; rimanendo a perforarsi m. 607,5, che potranno essere tutti forati in 8 mesi e tre giorni; (ancorchè dal pozzo n. 3 il lavoro s'intenda continuato senza il sussidio delle perforatrici); e così, prima che il nucleo principale della galleria nei terreni sotto-marini sia ultimato.

L'unito specchio mostra finalmente come il perforamento dei due tronchi estremi della galleria debba riuscire più prontamente, e quindi in un tempo minore di quello richiesto pei tronchi intermedi; per cui si potrà, dal punto in cui i primi tratti sieno ultimati, fare il servizio dei tronchi principali anche per gli imbocchi; il che avrà per conseguenza di agevolare non poco il proseguimento dei lavori nei nuclei centrali della galleria, ultimi a compiersi

Cosicchè, tenendo a calcolo il tempo necessario per lo stabilimento dei meccanismi, per la perforazione dei pozzi e per lavori di rifinimento della galleria, si può ragionevolmente supporre, che bastino meno di quattro anni a tutta ultimarla!

Digitized by Google

STATO dei perforamenti annuali sui vari tronchi di galleria, in ragione dei progressi giornalieri stabiliti per i due mezzi di traforo, per i pozzi, e sopra ciascuna linea d'avanzamento.

INDICAZIONI	ANNI di costruzione	IMBOCCO siciliano	Lunghezza del 1° tronco di galleria a perforarsi m. 625	Pozzo N. 3. profondità media m. 76,5	Lunghezza del 2° tronco di galleria a perforarsi m. 2500	Pozzo N. 1 profondità media m. 121,5	Lunghezza del 3° tronco di galleria a perforarsi m. 4200	Pozzo N. 2 profondità media m. 43,5	Lunghezza del 4° tronco di galleria a perforarsi m. 1175	IMBOCCO calabrese	TOTALE metri
Progresso in galleria sulle varie linee di avanzamento, e per anno di costruzione.	1°	Metri 255,5	67,5	67,5	—	—	117,0	117,0	255,5		880,0
	2°	» 78,3	223,7	182,5	730,0	730,0	730,0	594,5	208,0		3477,0
	3°	» —	—	182,5	730,0	730,0	730,0	—	—		2372,5
	4°	» —	—	157,5	450,0	581,5	581,5	—	—		1770,5
Traforo totale sopra ogni lin. d'avanzamento		333,8	291,2	590,0	1910,0	2041,5	2158,5	711,5	463,5		
Totali . . .			625		2500		4200		1175		8500,0

NB. Per l'interpretazione di questo quadro vedi Tav. II. — La disposizione grafica, nell'ordine degli elementi che lo compongono, è quella stessa del profilo.

Ove poi il traforo dovesse tutto farsi con mezzi ordinari, il tempo necessario sarebbe forse non minore di 12 anni; ritenendo infatti che dopo il primo anno l'avanzamento può essere giunto a 117 metri, nel tratto intermedio della galleria, dalla parte del pozzo N. 2 rimarrebbero a perforarsi 2041,5 metri della medesima per parte, che in ragione di $0^m,50$ per giorno, importerebbero 4083 giorni, cioè più di 11 anni, i quali uniti al primo che precedeva, darebbero una totale durata dei lavori di anni 12 almeno.

Abbiamo visto quale considerazione ci movesse nel consigliare l'attacco contemporaneo di tutti quattro i tronchi della Galleria sottomarina; ma lo stesso non dovrà dirsi degli altri lavori da compiersi per costrurre le due linee di raccordamento con Messina e Reggio rispettivamente; non essendo esse necessarie ai cantieri (i quali con grande facilità hanno modo di provvedersi per mare), la loro costruzione verrà differita all'ultimo periodo, in modo però da riuscire in tempo utile per darle finite all'epoca medesima del compimento della grande galleria; e quindi mediamente a due anni dopo il cominciamento dei lavori.

2.

Dell'entità dei versamenti annui necessari. — Determinata la durata della costruzione, e fissata eziandio l'epoca in cui tornerà utile cominciare i lavori delle singole parti che compongono l'opera, non è ormai più difficile convenire sul numero, sull'epoca e sull'entità dei versamenti annuali necessari da cui dipendono gli interessi del capitale di costruzione, che bisognerà valutare sull'intero capitale dal giorno dell'avvenuto versamento sino a quello in cui la via venga aperta al traffico. Ritenuta di quattro anni la durata della costruzione fino all'inaugurazione dell'esercizio, per poter riuscire al coperto di ogni causa possibile di ritardo, e convenendo che ogni versamento debba tutte comprendere le spese da farsi nell'anno immediatamente successivo, cioè che queste debbano essere anticipate pel medesimo anno; sei versamenti annui parziali divengono necessari se vi comprendiamo quello per ispese di studio e tracciamento della galleria.

Il primo versamento, che supporremo farsi un anno prima di cominciare le costruzioni, comprenderà così le spese di studio e

tracciamento della Galleria sottomarina che si fecero ascendere alla somma complessiva di . . . . . L. 100 000,00

Il secondo versamento che dovrà precedere all'inaugurazione dei lavori si comporrà:

I. Delle spese di primo impianto . . . . L. 2 000 000,00

II. Di quelle necessarie al perforamento dei pozzi (231 metri, a L. 3 000, L. 693 000), che spogliate della parte proporzionale per ispesa di primo impianto, L. 48 944,13 divengono. . . . . L. 644 055,87

III. Di quelle altre da erogarsi pel traforo degli 880 metri di galleria che in questo primo anno si foreranno sulle otto linee d'avanzamento (metri 880, a L. 3250, L. 2 860 000), le quali spogliate della parte proporzionale attinente alle spese di primo impianto L. 201 991,67 residuano a . . . . . L. 2 658 008,33

Totale . . . L. 5 302 064,20

Nel terzo versamento non sarà compresa che la spesa di traforo pel secondo anno di costruzione, il quale dovendo essere in tutto di metri 3 477, a L. 3 250, importa L. 11 300 250, spesa che diminuita della parte spettante per ispese di primo impianto L. 798 096,62 conduce ad un versamento di . . . . . L. 10 502 153,38

Il quarto versamento comprenderà:

I. Le spese di traforo per 2 372,5 metri di galleria da aggiungersi ai precedenti, a L. 3 250, L. 7 710 625. La qual somma diminuita della parte attinente per spese di primo impianto L. 544 574,12 importa . » 7 166 050,88

II. L'importo dei capitoli *d*) *e*) *a*) delle Stazioni d'imbocco, contemplato al capo 1°, § 4°, cioè, acquisto terreni, movimenti di terra, opifizi ecc. L. 258 000, per due stazioni . . . . . » 516 000,00

III. Le spese di cui è oggetto nei primi tre capitoli di costo al § 5°, del capo 1, spese generali, acquisto terreni, movimenti di terra ecc., necessarie per costrurre i tronchi di raccordamento della via, onde collegare la galleria colle due reti ferroviarie a Messina e Reggio rispettivamente; C.m. 21,6, a L. 134 000 . . . . . » 2 894 400,00

A riportarsi L. 10 576 450,88

Riporto L. 10 576 450,88

IV. Le spese medesime per i due brevi tratti di piano inclinato, per doppia via, che dagli imbocchi della galleria fanno capo alla corrispondente stazione d'imbocco, valutate sulla stessa base, metri 500 a L. 201 . . . . . » 100 500,00

Totale . . . L. 10 676 950,88

Il quinto versamento verrà determinato:

I. Dalle spese di traforo per i rimanenti 1 770,5 metri di galleria ancora a scavarsi, a L. 3250, L. 5 754 125; le quali diminuite della parte attinente per ispese di primo impianto, L. 406 393,46; importano» 5 347 731,54

II. Dalle spese d'armamento della galleria (metri 8 500 a L. 200) . . . . . » 1 700 000,00

III. Dei rimanenti due capitoli di costo delle stazioni, *b*) e *c*), di cui al capo 1, § 4°; armamento e mobiglio delle stazioni d'imbocco L. 242 000; per due stazioni . . . . . » 484 000,00

IV. Dalle spese d'armamento delle due linee di raccordamento, ed accessori della via, contemplate al capo 1, § 5°, 4° capitolo di costo; C.m. 21,6 a L. 66 000 . . . . . » 1 425 600,00

V. Di queste stesse spese per i due brevi tronchi di piano inclinato, dagli imbocchi alla stazione corrispondente, valutate ancora sulla stessa base delle precedenti, m. 500 a L. 99, ... » 49 500,00

Totale . . . L. 9 006 831,54

Finalmente il sesto versamento, che avrà luogo all'epoca dell'inaugurazione dell'esercizio, completerà il costo pagando le provviste di materiale rotolante in L. 2 032 000,00

Su questa base pertanto, i successivi versamenti parziali annui da farsi saranno i seg., distinti per epoca:

1°	Un anno	prima di cominciare le costruzioni		L.	100 000,00
2°	All'epoca	dell'inaugurazione dei lavori	. .	»	5 302 064,20
3°	Alla fine	del primo anno di costruzione	.	»	10 502 153,38
4°	id.	del secondo id.	.	»	10 676 950,88
5°	id.	del terzo id.	.	»	9 006 831,54
6°	id.	del quarto id.	.	»	2 032 000,00
		Totale	. . .	L.	37 620 000,00

3.

Interessi del capitale di costruzione. — Ammontare complessivo dell'opera all'inaugurazione dell'esercizio. — Questi stessi capitali coll'accumulazione dei loro interessi composti al 6 per °/₀ (1) all'apertura dell'esercizio (ritenuto l'anno per unità di tempo) divengono:

Il 1°	. . . . . L.	133 822,56
» 2°	. . . . . »	6 693 733,89
» 3°	. . . . . »	12 508 232,71
» 4°	. . . . . »	11 996 622,01
» 5°	. . . . . »	9 547 241,43
» 6°	. . . . . »	2 032 000,00
	Totale L.	42 911 652,60

e le sole accumulazioni d'interessi:

La 1ª	. . . . . L.	33 822,56
» 2ª	. . . . . »	1 391 669,69
» 3ª	. . . . . »	2 006 079,33
» 4ª	. . . . . »	1 319 671,13
» 5ª	. . . . . »	540 409,89
» 6ª	. . . . . »	»
	Totale L.	5 291 652,60

(1) Assumiamo per titolo d'interesse il 6 per °/₀, che ci pare di uso più comune nelle transazioni della natura di quella di cui è oggetto. A questo titolo infatti si guarentivano in molte circostanze, dal Governo, i capitali impiegati nelle costruzioni d'interesse nazionale.

Basti citare:

Nel 1861 la concessione della linea Ancona-Otranto, colle traversate dell'Appennino meridionale, ad una Società di capitalisti.

Nel 1865, la convenzione colla quale si convertiva in una garanzia d'interessi l'intero capitale di costruzione della ferrovia da Savona a Torino concessa alla Società di questo nome, e solo successivamente riscattata dal Governo.

Nello stesso 1865, l'autorizzazione accordata dal Parlamento al Governo, di contribuire alla costruzione del passaggio delle Alpi Elvetiche con un sussidio di capitale e con una garanzia d'interessi pel capitale di sussidio.

E più recentemente, la convenzione del 30 settembre 1868, colla Società delle Romane; per la retrocessione della ferrovia ligure, dal confine francese a Massa; e l'acquisto di quella da Massa, per Lucca e Pistoia, a Firenze.

Rimarrebbe per ultimo a considerare l'ammortimento dei capitali; ma questo, per i capitali di costruzione dovendo aver luogo in un periodo di tempo assai prolungato, non è il caso di preoccuparcene qui.

Rispetto ai capitali necessarii per l'acquisto del materiale mobile, le quote d'ammortimento dovrebbero essere valutate tenendo conto della media durata di questo materiale, ma noi non ce ne occuperemo neppure, e supporremo invece che le annuità necessarie per questa estinzione rientrino nelle spese d'esercizio della via; costituite dalle spese di trazione, di riparazione del materiale mobile, di manutenzione della via, di vigilanza, di direzione, servizi amministrativi e spese generali; compensate tutte col provento dell'esercizio.

Si conchiude pertanto il costo totale della linea Messina-Reggio di chilometri 31 di lunghezza, compresa la Galleria sottomarina di 8500 metri, e la traversata delle due città, in L. 42 911 652,60; incluso il capitale di costruzione, provviste di materiale mobile ed interessi composti di tutti i capitali al 6 per 0[0 fino all'apertura dell'esercizio, che si suppone avvenire quattro anni dopo l'inaugurazione dei lavori.

Nella qual somma prendono parte:

1. Il capitale di costruzione per	L.	35 588 000,00
2. Le provviste di materiale mobile per .	»	2 032 000,00
3. Gli interessi per tutti i capitali fino all'inaugurazione dell'esercizio per	»	5 291 652,60
Totale generale	L.	42 911 652,60

CAPO III.

Apprezzamento dell'utilità economica dell'opera.

1.

Come si debba procedere per determinare la convenienza economica dell'opera progettata. — Le considerazioni pecuniarie che si possono fare sopra una ferrovia in esercizio le troviamo risolversi generalmente:

1. nel suo prodotto lordo
2. nella spesa d'esercizio

3. nella spesa di costruzione, rappresentata nell'esercizio dall'interesse dei capitali impiegati nella costruzione, condotta mediante l'accumulazione dei loro interessi composti all'epoca dell'inaugurazione del traffico. Ond'è che, per giudicare dell'economia d'una linea ferroviaria, si suol procedere prima alla valutazione delle spese tutte mentovate, per poi confrontarle col prodotto lordo di cui la medesima è capace.

Perchè una ferrovia già costrutta possa essere esercitata dall'industria privata, basterà evidentemente che il suo prodotto possa pagare almeno le spese d'esercizio, non avendo più il capitale di costruzione influenza di sorta sull'esercizio della medesima. Ma perchè una ferrovia possa essere costrutta dall'industria privata, il suo provento deve corrispondere ancora un conveniente interesse ai capitali tutti di costruzione, non escluso l'ammortimento dei medesimi, perchè i capitali impiegati nelle grandi imprese, frutto di sacrifici e risparmio della produzione annuale, non possono essere collocati che là dove sieno per ritrarre un conveniente interesse, e nei limiti di questo interesse presunto. Per la qual cosa l'industria privata, che dee rimaner sempre indipendente da ogni altro ordine di considerazioni, non può assumere la costruzione di una ferrovia che sino alla concorrenza del capitale corrispondente al prodotto netto effettivo somministrato dall'esercizio di quest'ultima.

Queste considerazioni però, che valgono e bastano per una rete ferroviaria, e possono essere attendibili per una linea di considerevole importanza, sono affatto insufficienti nel caso attuale. Noi non dobbiamo perder di vista infatti, che *non è con una rete ferroviaria che abbiamo a fare, sibbene con un'opera destinata al collegamento d'altre reti; opera per conseguenza, la cui costruzione dipende dall'esistenza delle linee a cui si rannoda, già costrutte, o in corso di costruzione, o che devono costruirsi;* comunicazione, che non può considerarsi come opera isolata vivente di vita propria, e con prodotti suoi proprii; ma la cui convenienza economica tiene a considerazioni più estese, che non sieno quelle sole del suo prodotto chilometrico. Abbandonata al solo movimento locale, o anche a questo ed a quello di transito per la sua lunghezza, sia considerandola isolata dalle due reti dell'Italia peninsulare e della Sicilia, sia unita alle medesime, ma indipendente da esse, quest'opera non potrebbe reggersi.

Le opere di raccordamento, indispensabili alla prosperità ed

all'esistenza stessa delle linee che collegano o completano, hanno imprescindibile bisogno di vivere in società col resto delle arterie, partecipando in pari grado agli utili in ragione di unità di capitale impiegatovi. Se infatti prendiamo ad esaminare una ferrovia, noi la troviamo composta di opere il costo lineare delle quali varia spesso da quello solo di armamento, fino a quello delle lunghe gallerie, degli alti viadotti e delle stazioni terminali; e ciò non di meno, per la reciprocanza d'interessi e la solidarietà che esiste sempre fra di loro, queste opere si reggono tutte ugualmente e con tariffe uniformi.

L'utile delle vie viene comunemente stimato riferendolo al prodotto diretto delle medesime, ma quel che può farsi per una via non si dovrà fare indifferentemente anche per un'opera isolata; si dovrebbe, volendo seguire il metodo generale, fare il calcolo per tutta la rete; ma poichè le reti sono costrutte converrà determinare l'aumento di prodotto netto che ad esse ne verrà quando collegate, il loro isolamento cessi per la costruzione dell'opera proposta.

Un aumento qualsiasi sul prodotto, che si verificasse in un punto qualunque delle due reti congiunte, e fin dove l'opera di congiungimento estenderà la sua sfera d'azione, unitamente al prodotto netto della medesima (prodotto lordo della linea Messina-Reggio spogliato delle spese d'esercizio), *dovrà concorrere a premiare il capitale impiegato nella sua costruzione.*

Quest'aumento di utile poi, dipendente da quell'importante ramo di proventi che è dovuto al transito prodotto dalla grande circolazione sulle ferrovie (pel contributo di viaggiatori e merci che le linee secondarie della rete arrecano alle linee principali, tanto più importante quanto più queste ultime sono sviluppate), ha la sua conferma nella pratica dell'esercizio delle strade ferrate, le grandi arterie delle quali divengono soltanto veramente fruttifere, mentre i brevi tronchi spesso bastano appena a coprire le spese d'esercizio. Ecco perchè dalle reti ferroviarie non si può ottenere il massimo prodotto che quando queste si possono considerare complete.

L'analisi a farsi lascia aperto un vasto campo all'induzione, e bisognerà essere molto cauti; perchè tutti gli elementi molteplici di cui si compone il provento di una via dipendono da dati piuttosto mobili, non sempre sicuri, e spesso ignoti affatto per una via a costruirsi. È certissimo ancora che in questi apprezzamenti, ciò

che oggi si dà per cosa comune domani è forse destinato a profonde modificazioni, e le nostre statistiche stesse non vanno sempre esenti da lacune e da imperfezioni. Cercheremo tuttavia di non derogare al carattere di esattezza a cui abbiamo voluto informare questo lavoro, amando meglio pervenire a nulla di conclusivo che riuscire nell'equivoco.

Alle vere previsioni del futuro non ci accosteremo che timidamente, e solo per porlo in evidenza, e dietro l' unica scorta dello studio, per quanto ci sarà possibile accurato, delle condizioni presenti.

2.

Movimento commerciale della Sicilia in generale, e colla Penisola Italiana in particolare. — L'aumento di prodotto netto che la via sottomarina, destinata a collegare la rete della Sicilia e quella dell'Italia peninsulare, apporterà alle reti collegate, come altresì il suo prodotto netto, dipendendo dal movimento commerciale e dal traffico che ha luogo fra i paesi collegati, e più direttamente dagli scambi e dalla circolazione che vi potrà essere avviata, di quì dovremo cominciare.

Da cifre cospicue sono rappresentati gli scambi fra la Sicilia ed il continente, la maggior parte dei quali ha luogo coll'Italia peninsulare.

Con una popolazione svegliatissima, che fin dal 1861 superava i 2 625 000 abitanti (1), colla straordinaria feracità del suo suolo, colle sue ricchezze naturali, minerali ed agricole, col suo clima dolce e delizioso, col suo bel cielo e la sua felice posizione, la Sicilia, questa ricchissima regione del territorio italiano, possiede tutto ciò che può formare la fortuna di un popolo.

Altra volta essa era chiamata il granaio d'Italia, ed ancora oggidì, al contrario di quanto succede generalmente nelle altre parti d'Italia, l'esportazione sua è superiore all'importazione.

Le sue miniere di zolfo, i suoi vini, gli olii, le frutta costituiscono altrettante ricchissime produzioni ovunque ricercate; e, benchè divisa in cinque compartimenti marittimi, essa possiede ancora il secondo ed il quinto compartimento del regno in ordine d'im-

(1) V. Maestri, *Italia economica.*

Digitized by Google

portanza commerciale, e fra tutti cinque sommano quasi il terzo del nostro totale movimento marittimo, abbastanza importante (1).

La Sicilia conta 7 porti classificati fra i principali: Messina, Catania, Siracusa, Licata, Porto Empedocle (Girgenti), Trapani, Palermo.

Se poi ne consideriamo il movimento dal lato viaggiatori, troviamo nel 1868 una totale circolazione sulle sue coste di 277 648 passeggeri, così distribuiti: approdati 137 725
partiti. 139 923

Totale 277 648

dei quali navigarono:

in cabotaggio.	267 548
in navigazione generale. . .	10 100
Totale	277 648 (2).

(1) L'Italia nei fatti di navigazione generale pel servizio fra Stato e Stato occupa il terzo posto in Europa; (il primo posto spetta alla Gran Bretagna, il secondo alla Francia); e le navi italiane prendono posto per una tredicesima parte nel vasto movimento di persone e scambio di merci, operato dai bastimenti europei che solcano i mari dei due emisferi, aventi fra tutti una portata totale di 90 milioni di tonnellate.

Nella navigazione di cabotaggio, lungo le coste nazionali, essa occupa invece il secondo posto.

Finalmente la sua totale spesa annua in nuove costruzioni navali si valutava nel 1868 a L. 26 688 577; ma l'industria italiana, abbastanza fiorente nella costruzione di bastimenti a vela, è seriamente minacciata di vedersi soppiantata dall'industria straniera, che costruisce i battelli a vapore, per il crescente sviluppo che la navigazione coi piroscafi va continuamente prendendo su tutti i mari.

(2) Il movimento dei passeggieri distribuiti secondo le diverse coste del Regno fu nel 1868:

Costa Tirrena	appro.ti	224 373	partiti	172 625	totale	396 998	Dei quali appartengono alla navigazione generale	15 371
Costa Ligure	»	129 596	»	148 349	»	277 945		79 955
Costa Sicula	»	137 725	»	139 923	»	277 648		10 100
Costa Adriatica	»	26 749	»	28 259	»	55 008		33 540
Costa Sarda	»	31 612	»	21 938	»	53 550		5 822
Costa Ionia	»	23 061	»	24 912	»	47 973		16
Totale	»	573 116		536 006		1 109 122		140 804

Ora dei 10100 passeggeri appartenenti alla navigazione generale (desumendolo dal rapporto generale) si può supporre che al più i 13|14 circa passassero all'estero cioè 9 380; alcuni pochi avranno pure salpato per le nostre minori isole, altri finalmente avranno viaggiato in cabotaggio sulle coste siciliane; non ci riesce pertanto precisare il numero dei passeggeri sbarcati in terraferma che importa conoscere. Ma, consultando i resoconti annuali pel 1868 delle tre Compagnie Postali italiane F. V. Florio — Peirano-Danovaro — R. Rubattino, troviamo che esse sole e nei soli viaggi postali ne imbarcarono nei porti della Sicilia 51 913, e ne sbarcarono 53 610, e così in tutto 105 523, e che 45 820 dei primi furono sbarcati nei porti della Penisola, e 45 414 dei secondi provenivano dai porti della medesima. Si ha così un totale viaggiatori fra l'Isola e la Penisola di 91 234 sopra 105 523 caricati a bordo.

Conservando lo stesso rapporto per i rimanenti viaggiatori e diffalcati i 9 380, che si suppongono viaggiare per l'estero, rimane un totale movimento netto fra i due paesi di 231 941 passeggeri.

Come complemento di questa parte della nostra rassegna, dovremmo aggiungere qualche cosa sul movimento delle merci; ma anche qui ci troviamo nelle stesse difficoltà per difetto di statistiche, e non solo non ci è possibile appurare l'esattezza di cifre che ne esprimano la quantità, ma dobbiamo astenerci dal produrne (1). Fortunatamente per noi però il movimento delle

E sotto un altro punto di vista:

Navigazione generale, totale viaggiatori 140 804 dei quali 9 990 erano diretti per i porti italiani.

» di cabotaggio » 968 318

Totale generale 1 109 122

Finalmente fra i piroscafi ed i bastimenti a vela l'affluenza dei passeggieri fu come 5 : 1.

(Vedi *Statistica del Regno d'Italia.* — Movimento della navigazione nei porti del Regno, 1868).

(1) Sulle statistiche commerciali del 1868 troviamo i seguenti valori commerciali del movimento generale verificatosi nello stesso anno:

Importazioni.

Per via di mare L. 672 879 832 p. via di ter. L. 313 505 929 tot. L. 986 385 761

Esportazioni.

» » 484 916 174 » » 390 999 450 — » 875 915 624

Totale L. 1 862 301 385

merci in genere non influisce molto sull'economia di una strada ferrata.

Le ferrovie infatti debbono essere studiate rispetto al traffico, principalmente tenendo conto dei viaggiatori, e tanto più nel caso attuale; poichè se in tesi generale le mercanzie a *P. V.* non rendono oltre le spese vive d'esercizio, quì i trasporti per acqua farebbero sempre un'invincibile concorrenza alle strade ferrate.

Non così delle merci a *G. V.*, specialmente se esse si trovano in quantità considerevole; il trasporto delle quali è sorgente d'un provento importante e d'un lucro discreto. E queste non lascierebbero la via di terra, più pronta e più sicura, per seguire quella di mare (specialmente poi le categorie bagagli, valori, messaggerie, bestiame, ecc.); ne abbiamo una conferma, nel fatto importantissimo che si verifica oggidì sui nostri mari, per cui il trasporto delle mercanzie quasi tutte, riesce per mezzo dei piroscafi più accetto al commercio, il quale, all'economia delle spese, che offrono i bastimenti a vela, antepone la prontezza dei tragitti, che può conseguirsi colla navigazione a vapore e, contrariamente a quanto succede per i bastimenti a vela, pochissimi sono i piroscafi astretti a navigare in zavorra.

In merito alla difficoltà riflettente l'indeterminazione del movimento-merci che si fa tra l'Isola e la Penisola osserveremo ancora che la questione si può sempre risolvere, almeno per approssimazione, procedendo per confronto colle linee in esercizio, sulle quali venne determinato il rapporto fra i vari cespiti di provento. Sulle ferrovie del Regno, nel 1868, tale rapporto fu il seguente: per ogni 100 lire di provento; viaggiatori L. 51; oggetti a *G. V.* L. 11; oggetti a *P. V.* L. 37; introiti diversi L. 1.

E come si vede il movimento-viaggiatori rappresenta da solo più della metà dell'introito totale.

Sui resoconti generali delle tre Compagnie postali di navigazione (V. Florio — Peirano-Danovaro — Rubattino) in viaggi postali e non postali troviamo che essi soli esportarono dalla Sicilia per le provincie continentali d'Italia 597 880 tonn. di merci e esportarono dalla Penisola per la Sicilia 459 486 tonn., oltre ai seguenti valori:

Valori esportati	L.	6 371 112
» importati	»	23 221 329
In totale	L.	29 592 441

3.

Movimento sulle reti italiane. — Provento e spese d'esercizio. — Avemmo già occasione di far notare come l'Italia in fatto di ferrovie tenga un posto distinto fra le principali Potenze europee; essa infatti chiudeva l'anno 1869 con 5908 chilometri di linee aperte all'esercizio; e fino dal 31 dicembre 1868 ne possedeva chilometri 5729 (333 dei quali nel territorio pontificio) più altri 1264 chilometri di tratti in costruzione, e 1366 in progetto. I primi, spartiti così fra le varie Società di ferrovie del Regno:

Società delle ferrovie dell'Alta Italia . . .	Chilometri	2256
» delle ferrovie Romane (comprese le linee del territorio pontificio ed 80 chil. della linea ligure)	»	1765
» delle ferrovie meridionali (compresa le linee Voghera-Pavia-Brescia)	»	1437
Governo, per la rete Calabro-Sicula	»	208
Totale	Chilom.	5666
Società diverse. Linea Torino-Ciriè	Chilom.	13
» » del Moncenisio (Fell) . . .	»	27
» » Settimo-Rivarolo (a cavalli) .	»	23
Totale generale	Chilom.	5729

Ma lo stesso non si può dire dei loro prodotti i quali si tengono in limiti quasi sempre inferiori a quelli di tutti i paesi d'Europa, e non per eccessivo dispendio nell'esercizio, che in alcune particolarità può stare a petto di ogni altro (1), ma per iscarsità di traffico e quindi di provento.

Quantunque sia giusto soggiungere che i risultati che se ne ottengono vanno tuttodì migliorando, come lo dimostrano i resoconti molto appaganti dell'esercizio 1869, e come apparirà da quello relativo al 1870.

Cosicchè, precorrendo i successivi resoconti, non si può non ac-

(1) Sulla rete dell'Alta Italia il rapporto fra le spese dell'esercizio ed il prodotto lordo scese nel 1868 a 0,47.

cennare fin d'ora al progressivo incremento nel prodotto del movimento sulle nostre reti di strade ferrate.

Ora ecco il movimento del traffico sulle ferrovie del Regno nell'anno 1868 coi relativi proventi e spese, ed altre particolarità che ad esso si riferiscono, le quali limitiamo ai soli quattro gruppi principali delle medesime, dell'Alta Italia cioè, delle Romane, delle Meridionali e delle Calabro-Sicule, che fornirono particolareggiati resoconti (1):

Lunghezza media delle linee esercitate nell'anno, sui quattro gruppi	Chilom.	5 452,26

Movimento a Grande Velocità.

Viaggiatori	N.	17 324 887
Merci e oggetti	Tonn.	162 870
Cavalli e bestiame	N.	287 951
Veicoli	»	1 311

Movimento a Piccola Velocità.

Merci e oggetti	Tonn.	3 312 678
Cavalli e bestiami	N.	287 951
Veicoli	»	906

Provento lordo dei trasporti.

		TOTALE	per 100 lire di prodotto
Viaggiatori	L.	43 710 548	51
Bagagli e cani	»	2 012 008	3
Merci, veicoli e bestiami a *G. V.*	»	6 597 595	8
Id. id. a *P. V.*	»	31 814 345	37
Introiti diversi	»	1 109 091	1
Totale	L.	85 243 587	100

(1) Vedi *Relazione sulle strade ferrate italiane*, compilata per cura del Ministero dei Lavori Pubblici, anni 1867 e 1868. Edita Eredi Botta. Firenze 1869 e 1870.

Digitized by Google

Spese di esercizio, totali per servizio.

Direzione e servizio amministrativo . .	L.	2 256 459
Manutenzione e vigilanza	»	12 502 900
Materiale mobile e trazione	»	17 052 068
Servizio del traffico	»	16 007 728
Spese generali	»	1 700 596
Totale	L.	49 519 751

Confronto dei proventi colle spese.

Prodotto lordo per chilometro di via in esercizio	L.	15 634
Spese d'esercizio » » »	»	9 082
Prodotto netto	L.	6 552

Rapporto fra la spesa d'esercizio ed il prodotto lordo 58 p. 0[0.

Ecco finalmente alcuni dati particolareggiati relativi al servizio dei singoli gruppi di ferrovie del regno, tratti come i precedenti dalle relazioni ministeriali:

Prodotto netto per chilometro di via.

Sulla rete della Società dell'Alta Italia .	L.	+	12 533 (1)
Sulla linea Voghera-Pavia-Brescia .	»	+	984
Sulla rete della Società delle Romane .	»	+	3 755 (2)
Sulta rete della Società delle Meridionali .	»	+	827 (3)
Sulla rete Calabro-Sicula	»	—	560

Rapporto fra le spese d'esercizio ed il prodotto lordo.

Rete dell'Alta Italia .	47
» delle Romane .	67
» delle Meridionali .	90
» delle Calabro-Sicule	107

Prodotti medii sulla rete dell'Alta Italia.

Per viaggiatore-chilometro	L.	0,061
» tonnellata-chilometro di oggetti a G. V. .	»	0,42
» . id. id. a P. V. .	»	0,080

(1) Non compresa la linea Ligure.
(2) Non comprese le linee del territorio pontificio.
(3) Non compresa la linea Voghera-Pavia-Brescia.

Riservandoci a fare alcune considerazioni in questo capo e nel seguente sull'impressione che non possono mancare di far questi risultati delle nostre ferrovie, sullo stato attuale dei nostri commerci e sul loro avvenire; passiamo ora a cercare come il commercio Siciliano venga ripartendosi sulla Penisola, cioè l'obbiettivo commerciale della Sicilia nell'Italia peninsulare.

4.

Obbiettivo del commercio Siciliano nella Penisola Italiana. — Obbiettivo lineare. — Superficiale. — L'isolamento della Sicilia obbligò finora ogni suo scambio coll'Italia a seguire esclusivamente la via di mare.

La caratteristisca configurazione della Penisola, che dall'Appennino, per le difficoltà che oppone al transito, vien divisa in due zone; la geografica sua posizione e quella della Sicilia, e la felice disposizione delle nostre provincie, tanto orientali che occidentali, bellamente schierate tutto lungo la costa dell'Ionio, dell'Adriatico e del Tirreno, determinarono il commercio siciliano coll'Italia di terraferma a non servirsi finora che delle due sole vie che da natura gli erano state aperte sui mari che bagnano le nostre coste, e fanno capo ai punti d'approdo di cui è sì mirabilmente fornito e ricco il nostro littorale.

Reggio, Cotrone, Rossano, Taranto, Gallipoli, Brindisi, Bari, Manfredonia, Ancona, Venezia, Trieste, sulle sponde orientali; Pizzo, Paola, Napoli, Civitavecchia, Livorno, Genova, Porto Maurizio, Nizza sulle occidentali (oltre, in tutto, duecento altri punti d'approdo) sono gli emporii rispettivi delle due linee di navigazione in discorso, delle quali si valse e si vale il commercio siciliano colla Penisola, il suolo della quale costituisce l'obbiettivo superficiale di tal traffico. Quest'obbiettivo viene così spartito in due zone d'attività, corrispondenti ciascuna a ciascuna alle due linee di navigazione anzidette. Da una parte la zona orientale schiusa alla navigazione dell'Est, cioè alla via dell'Ionio e dell'Adriatico, dall'altra la zona occidentale aperta alla navigazione dell'Ovest, limitate come sono dal mare e dal displuvio dell'Appennino, possono considerarsi come esattamente definire l'obbiettivo superficiale di ciascuna via, almeno per la parte meridionale d'Italia da Reggio di Calabria fino a Bologna. Da Bologna alle Alpi le due zone sono meno bene definite; ci pare tut-

tavia che non si rinscirebbe molto lontani dal vero, ritenendo la linea Bologna-Verona pel Brennero come la continuazione dell'obbiettivo lineare di separazione fra l'una e l'altra zona d'azione.

Colle popolazioni d'oltralpe, pel commercio di transito nella penisola, il protendimento della stessa linea ferroviaria sopra Monaco di Baviera vuole ritenersi ancora partire colà, l'obbiettivo superficiale rispettivo delle due linee di navigazione in discorso.

Aggiungeremo infine che questa particolare condizione di cose, tutta propria dello stato attuale delle nostre comunicazioni e della condizione presente della Sicilia, non muterebbe gran fatto quando anche la via di terra proposta venisse ad aprirsi al commercio siciliano. La configurazione della Penisola, che condusse alla costruzione delle due lunghe linee litoranee (che della rete italiana sono le principali arterie), ne è una garanzia.

Ed in questa conclusione ci conferma ancor più l'idea di qualche aggiunta, che non potrebbe mancare alle linee ferroviarie finora costrutte, o di prossima costruzione, quando il Passaggio dello Stretto, ottenuta l'approvazione del Governo, dovesse veramente effettuarsi. La linea attuale per Potenza, che a Foce del Basento congiungerà la linea Tirrena alla linea Ionia, non potrebbe certo ritenersi come la migliore soluzione per una diretta comunicazione fra la Sicilia e le nobili provincie dell'Italia occidentale, le più popolate e le più commercianti della Penisola. Una via litoranea, che potrebbe accorciare il cammino Salerno-Reggio (Calabria) di meglio che 200 chilometri, sarebbe una necessità più che un bisogno, quando la comunicazione sottomarina colla Sicilia venisse a stabilirsi.

5.

Distanze. — Distanze reali. — Distanze virtuali. — Concorrenza fra le vie di mare e quelle di terra. — Ora immaginiamoci per un momento che la Comunicazione sottomarina fra l'Isola e la Penisola sia un fatto compiuto, e che si possa indifferentemente passare da Palermo ad Ancona o da Messina a Livorno salendo sopra un convoglio oppure sopra un battello a vapore.

Da un lato la locomotiva col suo treno, dall'altro il piroscafo; quale dei due mezzi di trasporto tornerà più utile a seguire? Giova distinguere, ed anzitutto stabilire qualche confronto. Quando simile apprezzamento dovesse farsi colle distanze reali, ecco che cosa si otterrebbe:

Digitized by Google

Distanza Messina-Ancona, via di terra (per Taranto)	C.m. 1054		
» » » via di mare (toccando Catania, Gallipoli, Brindisi)	» 1438		
» Messina-Livorno, via di terra (per Potenza)	» 1323		
» » » via di terra (pel litorale o per Castrovillari)	» 1123	circa	
» » » via di mare (toccando Napoli)	» 861		
Distanza Palermo-Ancona, via di terra (per Taranto)	» 1402		
» » » via di mare (toccando Messina, Catania, Gallipoli e Brindisi)	» 1666		
» Palermo-Livorno, via di terra (per Potenza)	» 1671		
» » » via di terra (pel litorale o per Castrovillari)	» 1471	circa	
» » » via di mare (1) (diretta)	» 661		

Ora, come vedesi, per ciascuna delle due città principali della Sicilia, la via più breve per Ancona è quella di terra. Dunque essa dovrebbe essere la preferita se la distanza fosse l'unico fattore di cui s'avesse a tener conto nei trasporti.

(1) V. *Indicatore Ufficiale delle Strade Ferrate, della navigazione e telegrafia del Regno d'Italia.* — Torino. tip. Eredi Botta 1869.

Nelle condizioni attuali del servizio però le linee seguite dai piroscafi postali riescono assai più lunghe, toccando essi una quantità di altri punti, e sono le seguenti:

Distanza	Messina-Ancona	chilom.	1736	Comp. Peirano-Danovaro.	
»	Messina-Livorno	»	915	Id. Id.	
»	Palermo-Ancona	»	1983	Id. Id.	e Florio.
»	Palermo-Livorno	»	661	Id. Florio.	

Ma l'opposto vediamo verificarsi per le comunicazioni dell'Isola con Livorno; e siccome da questi due centri si possono supporre rappresentate le due zone d'attività commerciale in cui abbiamo divisa la Penisola, rispetto al suo commercio colla Sicilia (e ciò per l'importanza loro propria, ma più specialmente a cagione della loro posizione abbastanza centrale, rispettivamente nella zona a cui appartengono), ne verrebbe di conseguenza che il Passaggio sottomarino dello Stretto di Messina non tornerebbe utile al commercio senonchè per le sole provincie orientali d'Italia. Ove si consideri però che insieme alla lunghezza reale del percorso, in questo apprezzamento, entrar devono, valutabili circostanze, altri fattori importantissimi; saremo per avventura condotti ad altre conclusioni.

I trasporti vanno considerati specialmente sotto il punto di vista delle spese che essi cagionano. Si valuta poi la loro convenienza dalla durata del percorso, dalla sicurezza che presentano e dal grado di comodità o dalla quantità di disturbi che arrecano a chi viaggia. Tutte queste ed altre simili valutabilissime circostanze, segnano al commercio la via che deve preferire, la quale dovrà ancora variare colla classe dei viaggiatori trasportati, e col genere delle merci.

Le circostanze di spesa e di tempo, la condizione tanto dei viaggiatori come delle merci, sono altrettanti fattori della concorrenza nel nolo commerciale. Noi potremo tradurre in cifre la spesa, e la durata dei trasporti, però non è possibile stabilire lo stesso confronto per la sicurezza e la comodità relativa per terra e per mare. Quest'ultimo apprezzamento non potrà pertanto farsi che a parole, essendo indeterminati o per natura numericamente indeterminabili i valori relativi, stante le oscillazioni cui vanno sottoposte queste due quantità.

Ecco ora come stieno fra loro le comunicazioni considerate dal lato della spesa (il confronto venne istituito per la categoria viaggiatori nei secondi posti) e rispetto alla durata del percorso:

Digitized by Google

ELEMENTI	VIA DI TERRA	VIA DI MARE	OSSERVAZIONI
Messina-Ancona.			(1) Via per Potenza. Colla linea eventuale Salerno-Reggio, lungo il litorale o per Castrovillari, il percorso dovendo riuscire almeno 200 chilom. minore, la differenza sulla spesa totale sarebbe, in proporzione, L. 17,20 in meno, e la durata 5 ore più breve.
1. Distanza reale in . . . . Chilom.	1054	»	
2. Spesa per viaggiatore-chilometro L.	0,086	»	
3. Spesa per tutta la linea . . . »	90,64	111	
4. Velocità dei trasporti, all'ora Chilom.	40	» (2)	
5. Durata effettiva del transito Ore	26	152	
Messina-Livorno.			
1. Distanza reale in . . . Chilom.	1323 (1)	»	
2. Spesa per viaggiatore-chilometro L.	0,086	»	
3. Spesa per tutta la linea . . . »	113,78	87	
4. Velocità dei trasporti, all'ora Chilom.	40	»	
5. Durata effettiva del transito Ore	33	89	
Palermo-Ancona.			
1. Distanza reale in . . . . Chilom.	1402	»	
2. Spesa per viaggiatore-chilometro L.	0,086	»	
3. Spesa per tutta la linea . . . »	120,57	135	
4. Velocità dei trasporti, all'ora Chilom.	40	»	
5. Durata effettiva del transito Ore	35	232	
Palermo-Livorno.			
1. Distanza reale in . . . . Chilom.	1671 (1)	»	
2. Spesa per viaggiatore-chilometro L.	0,086	»	
3. Spesa per tutta la linea. . . . »	143,70	83	
4. Velocità dei trasporti, all'ora Chilom.	40	»	
5. Durata effettiva del transito Ore	42	36	

(2) Le velocità stabilite per i viaggi coi battelli a vapore delle nostre Compagnie postali di navigazione variano nelle singole concessioni del servizio per ogni Compagnia, ed ancora per i viaggi a carico di ciascuna d queste. — Nei viaggi sui piroscafi della Compagnia Rubattino tale velocità va da 7 a 9 nodi (un nodo = $0^m,514$ per 1"). — Per quelli della Compagnia Peirano-Danovaro da 9 a 10 e $^1/_2$. — Per la Società Fiorio da 8 $^1/_2$ a 9 $^1/_2$. — Per la Ragione Sociale Carlo Mark Palmer o C.ª furono fissati 10 nodi. (V. *Raccolta ufficiale degli Atti del Governo*, anno 1862).

A maggiore spiegazione poi degli elementi qui sopra riportati aggiungeremo, che il costo del viaggiatore-chilometro assunto è quello in uso sui treni diretti (secondi posti) della linea Susa-Brindisi; che la velocità adottata per i convogli è una intermedia, fra quella sulla linea Torino-Bologna di

Ma si disse che a far dichiarare una via la più economica concorrono circostanze che possono avere una grandissima influenza sul giudizio del commercio, il giusto apprezzamento delle quali è tanto più difficile inquantochè non tutti i rami di questo ne sentono il bisogno a egual grado. Per le merci a P. V., per es., la considerazione che farà prevalere la scelta, del passaggio, sarà generalmente quella della minore spesa di trasporto, ancorchè, nè la durata del tragitto, nè le avarie che possono esse soffrire in mare vi sieno senza influenza; per le merci a G. V., la durata del tragitto, e la sicurezza, avranno spesso una importanza maggiore della spesa di trasporto; pei viaggiatori finalmente a tutte queste circostanze staranno sopra, e dovranno prevalere generalmente, la comodità e la sicurezza, quantunque le circostanze di tempo e quella della spesa, specialmente le prime, non vi restino estranee.

Tutto ciò che soffre o in qualche modo teme il mare, dovrà fino ad un certo limite delle altre condizioni, seguire esclusivamente la via di terra, e fra i vari rami del traffico non vi sono soltanto i viaggiatori che sentono i disturbi del mare; vi sono le merci che si avariano, gli oggetti che non soffrono dilazione di consegna, altri che vogliono essere sicuri. Ora di tutte queste circostanze deve tenere esattissimo conto chi vuole instituire un parallelo fra le vie di terra e quelle per mare. A giusto rigore non è quindi a priori possibile un esatto confronto fra due vie che non han nulla di comune, e l'utilità rispettiva delle quali varia per ogni categoria di trasporti; tuttavia a chi ponga mente, come si ebbe già occasione di fare avvertire, che le mercanzie a P. V. non rendono in tesi generale oltre le spese vive dell'esercizio, che i viaggiatori danno da soli più della metà del provento sulle reti italiane, e che sono appunto la categoria viaggiatori e quella delle merci a G. V., che hanno maggior bisogno di scansare il mare; a chi ponga mente a tutto ciò, diciamo noi, si rivelerà bentosto la superiorità incontestabile delle due vie di terra su quelle omologhe di mare.

Fissare esattamente i centri obbiettivi delle due zone commer-

50 chilometri e l'altra Bologna-Brindisi di 35 per i medesimi treni; che i prezzi dati per i viaggiatori sui piroscafi, sono quelli in uso sui battelli delle nostre Compagnie postali di navigazione; e che finalmente la durata dei tragitti in mare venne desunta dall'*Indicatore Ufficiale delle Strade Ferrate, della Navigazione e della Telegrafia del Regno d'Italia* (edito Eredi Botta, 1869), ed è la più breve nelle attuali condizioni del servizio.

Digitized by Google

ciali orientale ed occidentale in cui va divisa la Penisola (per rispetto alle due vie litoranee tanto di terra che di mare), fissare il centro commerciale della Sicilia; determinare quindi esattamente le distanze virtuali rispettive (per la via di mare e per quella di terra ugualmente), dal centro obbiettivo del commercio nell'Isola, a quelli delle zone mentovate; far dipendere queste distanze virtuali dalle circostanze tutte di spesa, di tempo, di sicurezza, di comodità, ecc., per ognuna delle linee rivali, e far questo per ogni categoria di trasporti: ecco la migliore soluzione di cui sia capace il problema. Ma questa soluzione così utile ed abbastanza facile nel periodo dell'esercizio, sarebbe attualmente irta di ogni genere di difficoltà anche per chi tentasse soltanto darne una approssimata soluzione. Ritenuto pertanto essere attualmente impossibile un esatto confronto fra le due vie, mediante la determinazione delle distanze virtuali, (dove tenendo conto di tutte le circostanze si riducesse la ricerca della linea più conveniente a semplici misure di lunghezza, come pel caso delle distanze reali), noi (dietro la valutazione e l'apprezzamento fattone) completeremo ora queste ricerche col confronto dei singoli vantaggi di cui sono capaci le due linee rivali per le categorie Viaggiatori e oggetti a G. V., che più interessano davvicino l'economia dell'esercizio sulle strade ferrate.

Abbiamo considerato i trasporti dal punto di vista delle distanze reali, e ne abbiamo dovuto conchiudere ciò che ora riassumiamo, vale a dire che: considerando Ancona come centro medio d'azione della regione situata ad oriente dell'Appennino, e fra questo, la linea Bologna-Brennero per Verona, le Alpi, l'Adriatico e l'Ionio: negli scambi commerciali fra la Sicilia e la Penisola, la via di terra (per Potenza) doveva avere la preferenza su quella di mare per un minore percorso di 384 chilometri partendo da Messina, 264 partendo da Palermo; che per la velocità con cui i trasporti potevano essere eseguiti, cioè per rapporto alla durata del tragitto, la via di terra era ancora la più pronta, per una più breve durata di percorso corrispondente a 126 ore partendo da Messina, 197 partendo da Palermo; che dal punto di vista della spesa, che queste due vie occasionavano, e dai prezzi coi quali si compensano tali spese, le due vie non differivano molto: la differenza non era che di lire 20,36 in più per la via di mare partendo da Messina, e di lire 14,41 partendo da Palermo; Ma che finalmente la via di terra aveva l'incontestabile supe-

riorità della sicurezza e della comodità, per cui sotto tutti i punti le sarebbe appartenuta la vittoria nella concorrenza.

Procedendo in modo analogo rispetto a Livorno, appoggiandoci ai risultati ottenuti per questo centro d'azione della zona occidentale, e rispetto alle altre due vie concorrenti di terra e di mare, dobbiamo conchiuderne: che la via di terra è in distanza reale più lunga della via di mare, ma che essa le è presso a poco uguale nella durata del trasporto (56 ore in più per la via di mare partendo da Messina, 6 ore in più per la via di terra partendo da Palermo), che è più costosa della via di mare; ma che presenta al solito quella sicurezza e quella comodità incomparabilmente maggiore, che contraddistingue i viaggi di terra da quelli di mare; che fa preferire il convoglio da ogni categoria di persone, e fuggire il piroscafo da chi non ebbe occasione o tempo di famigliarizzarsi col mare.

In generale pertanto, la via di terra presenterà sulla via di mare tali vantaggi, che la faranno preferire dalla maggior parte dei viaggiatori, dalle merci, dagli oggetti e valori; e specialmente da quelli a *G. V.*

Non intendiamo con ciò inferire che una parte del commercio siciliano non debba seguitare a farsi ancora per acqua; e ciò valga tanto pel traffico attuale della Sicilia, come pel presuntivo suo aumento. È anzi nostro avviso, che debba sorgere la concorrenza fra le due vie; ma questa non farà che migliorare le sorti del nostro traffico, il quale ha bisogno di un maggiore risveglio; e grazie ai fatti che si preparano nei nostri mari, è sperabile che vi sarà un posto per tutti.

L'aspettativa commerciale del nostro paese è molta, ed ha un solido fondamento nel turbinio vorticoso medesimo delle nuove sorti fatte al nostro commercio dal taglio dell'Istmo e dai nuovi passi alpini; la nostra indipendenza, miracolosamente conquistata, moltiplicherà il frutto delle nostre relazioni colle altre nazioni, e farà sì che la prosperità degli uni, anzichè nella miseria degli altri, trovi il suo fondamento nella comune ricchezza.

6.

Stima dell'utilità economica dell'opera. — Crediamo di poter chiudere finalmente questa abbastanza lunga rassegna, in cui siamo venuti preparando i vari elementi di stima che ci occorrevano per dimostrare l'utilità economica dell'opera.

Digitized by Google

Ora è mestieri determinare quale sarà l'aumento di provento che riceveranno le reti collegate, dopo che la Comunicazione sottomarina sarà stabilita; ma perciò conviene cercare il numero di passeggeri, e la quantità degli oggetti, che lascieranno la via di mare per seguir quella di terra, nonche la percorrenza media dei medesimi.

Prendendo per base il traffico verificatosi nell'anno 1868 fra l'Isola e la Penisola, noi riuscimmo alla cifra approssimativa di 231941 passeggeri, senza occuparci della direzione di questo movimento, la quale del resto segue le sorti del commercio generale dell'Isola di cui rappresenta quasi la totalità; e nel quale l'importazione è pari all'esportazione, nella categoria viaggiatori.

Tutto porta a ritenere però che in un non lontano avvenire, gli scambi fra la Sicilia e l'Italia di terraferma saranno molto più considerevoli di quello che lo sieno attualmente; non tanto per l'incremento che annualmente si verifica in tutti i rami del nostro commercio, del quale già avemmo occasione di fare constatare l'importanza, quanto ancora, e specialmente, per l'impulso che riceveranno dalle nuove vie di comunicazione, che si stanno compiendo, e dal collegamento che proponiamo. Ma poichè sarebbe molto difficile apprezzare questo manifesto incremento di traffico fra i paesi collegati, e di provento per le vie di comunicazione, ci limiteremo ora al solo movimento attuale.

Ritenuta soltanto la superiorità incontestabile della via di terra su quella di mare, crediamo non essere ingiusta una ripartizione suppositizia, di questo traffico, in cui alla via di terra si facesse il maggior posto nella categoria viaggiatori; tanto più che alla via di mare, siamo disposti ad accordare la preferenza sulla categoria merci; che se è poco proficua sulle vie ferrate, è invece abbastanza rimuneratrice nei trasporti sul mare.

Queste ed altre considerazioni, ci condussero a fissare a n° 150000, il movimento annuo dei viaggiatori che si farà, per via di terra, fra l'Isola e la Penisola; cifra del resto abbastanza limitata se si pensa, che già fin dal 1863, il movimento sul piano inclinato dei Giovi (via da Genova a Torino) era di 600000 viaggiatori e 918000 tonn. di merci circa.

Colla ripartizione fatta, come vedesi, più d'un terzo del solo movimento attuale viene concesso alla via di mare. Con questo movimento, in base al prodotto medio chilometrico ottenuto per

viaggiatore-chilometro sulla rete dell'Alta Italia nell'anno 1868 (1) (la più completa, e perciò anche la meglio organizzata fra noi), si può avere un prodotto lordo chilometrico sulle linee percorse pari a L. 0,061 × 150000, cioè lire 9150.

Seguendo ora il rapporto fra le varie categorie di provento verificatosi sulle reti italiane nell'anno medesimo 1868, dato al capo III, § 3 di questa parte, se ne deve conchiudere un aumento di prodotto lordo chilometrico totale di L 17941,18, ripartito come segue fra i vari capitoli di provento:

Viaggiatori	L.	9 150,00
Bagagli e cani	»	538,24
Merci, veicoli e bestiami a G. V.	»	1 435,29
Id. id. a P. V.	»	6 638,24
Introiti diversi	»	179,41
Totale	L.	17 941,18

Veniamo alla percorrenza media dei trasporti per via di terra, la di cui determinazione è indispensabile per valutare l'aumento totale di provento che eventualmente dovrà verificarsi sulle reti collegate.

Ad esattamente risolvere questo problema si disse essere necessario determinare anticipatamente nell'Isola, e nella Penisola ugualmente, i centri obbiettivi rispettivi del futuro commercio siciliano di terra coll'Italia continentale e per ognuna delle due vie seguite, per quindi desumerne il percorso medio. Essendo però impossibile seguire il metodo esatto prima che una statistica sull'esercizio abbia dimostrato come l'aumento di traffico venga ripartendosi sul territorio italiano, farà d'uopo rassegnarsi a procedere per approssimazione; faremo un'ipotesi; supporremo cioè questo movimento distribuito uniformemente sulla maggiore arteria della rete siciliana che da Messina andrà a Marsala, e prenderemo la metà di questa arteria come percorrenza media dei trasporti in Sicilia.

Nella Penisola si dovrebbe procedere in modo analogo, e prendere per percorrenza media la metà della totale lunghezza della linea che da Reggio andasse al suo confine settentrionale. Ma qui, il peso della Penisola essendo specialmente concentrato al settentrione, non si potrebbe a giusto rigore prendere la metà

(1) Vedi Capo III, § 3 di questa parte.

della lunghezza totale come percorrenza media; tuttavia l'ipotesi riuscendo di un apprezzamento inferiore al vero, possiamo tenerla, sicuri di non pervenire a false conclusioni; di più sono due le zone commerciali, e due sono pure le linee percorse dal commercio: l'Adriatica e la Tirrena. Si dovrà dunque prendere la media delle due.

Questo procedimento, se non è rigoroso, può però ritenersi abbastanza esatto per una soluzione di massima come questa, ed è il solo possibile; quindi lo adottiamo senz'altro.

Intanto, ecco le lunghezze che occorrono per questa valutazione:

Linea Messina-Marsala, lunghezza totale . . .	chil.m.	458
Linea Reggio-Confine Francese, (1) (metà della galleleria del Moncenisio), via di Ancona, lunghezza totale	»	1710
Linea Reggio-Confine Francese, via di Livorno, lungh.	»	1745
Media delle due linee Reggio-Confine Francese . .	»	1727,5

Cosicchè la percorrenza media cercata, sull'arteria principale della rete Siciliana, è di chilometri 229 circa.

Sulla rete Italiana di chilometri 863,7 circa.

Così si riduce l'obbiettivo centrale della Sicilia presso Caltanisetta, e quelli della Penisola: l'uno presso Ceprano, l'altro fra Pescara e Termoli sul Napoletano; e si conchiude un aumento totale nel prodotto lordo chilometrico:

Sulla rete Siciliana di	L.	4 108 530,22
Sulla rete Peninsulare di	»	16 195 797,17
Aumento totale . .	L.	20 304 327,39

Resta con ciò numericamente definito il presuntivo aumento totale di prodotto lordo chilometrico, che la comunicazione, per terra, fra l'Isola di Sicilia e la Penisola Italiana apporterrebbe alle reti collegate, nelle condizioni attuali del traffico.

Tuttavia, come non è possibile che questo resti stazionario, mentre nel giro degli ultimi dieci anni esso ebbe a raddoppiare; così è giusto ancora notare come questo aumento non possa a rigore

(1) Si scelse per obbiettivo Alpino il Moncenisio in preferenza al Brennero ed al Semmering, perchè delle vie Alpine costrutte quella che va al Moncenisio è la sola che raggiunga il nostro vero confine geografico e, senza avere una lunghezza molto diversa dalle altre, soddisfa ad un maggior numero d'interessi commerciali.

Digitized by Google

di calcolo attribuirsi esclusivamente all'opera progettata. E valga il vero, quando le due reti fossero compite e facessero capo a Reggio e Messina rispettivamente, ognun vede che una gran parte dei viaggiatori vorrebbe ancora preferire il breve tragitto in mare, fra i porti di Messina e Reggio, anzichè un più lungo e incomodo viaggio di mare. Non ci pare tuttavia che questa comunicazione per mare possa indifferentemente sostituirsi a quella della Galleria sottomarina, perchè, infine esisterebbe sempre un'interruzione inconciliabile colla comodità, colla sicurezza, colla brevità e coll'economia stessa dei trasporti; verrebbero, è vero, molto limitati gli attuali vantaggi che la via della Galleria sottomarina ha sulla via di mare, perchè questa si convertirebbe per la sua massima parte in una via di terra; ma il mare sarebbe sempre una barriera insuperabile, che terrebbe la Sicilia maisempre disgiunta dalla madre patria, ed esisterebbe sempre il doppio trasbordo in tutti i trasporti per la traversata dello Stretto di più di 15 chilometri fra Messina e Reggio, quando non si pensasse a caricare addirittura tutto il convoglio sulle zattere galleggianti, convertendo le stazioni fisse in istazioni natanti, come si fa sul lago di Costanza, e come si propose ancora pel passo della Manica.

Da un lato dunque un aumento probabile di traffico, che farà crescere il provento ottenuto, dall'altro invece una ragione di non attribuire tale aumento esclusivamente all'influenza della Galleria sottomarina. Ma riduciamo pure anche alla metà la cifra ottenuta; ammettiamo pur anche che il prodotto lordo chilometrico del tratto progettato Messina-Reggio, il quale non si può valutare a meno di L. 40000 (1) per chilometro, cioè in tutto per chilometri 31, L. 1 240 000, non valga che a pagare le sole spese d'esercizio, avremo ancora la rispettabile somma di L. 10 152 163,69, le quali, tenendo il rapporto fra il prodotto lordo e le spese d'esercizio $\frac{100}{47}$ (V. capo III, § 3 di questa parte), che si verificò nel 1868 sulla rete dell'Alta Italia, importano un prodotto netto totale di L. 4 771 516,93.

Qui farebbe duopo notare ancora, che trattandosi di un aumento

(1) La Commissione Governativa incaricata di studiare il passaggio delle Alpi Elvetiche ammetteva pel S. Gottardo un prodotto lordo chilometrico di L. 40000 su tutta la linea. Sulla linea Genova-Torino tale prodotto nell'anno 1863 fu di L. 55 106, come risulta dal relativo resoconto.

di provento, non si potrebbe a rigore di termini adottare un rapporto che risulta da un esercizio ordinario; infatti per un aumento, tutta quella categoria di spese la quale rimane costante, o quasi, qualunque sia l'importanza dell'esercizio (come sarebbero la sorveglianza, in gran parte anche la manutenzione della via, il personale, la direzione, ecc. ecc.), non è necessaria; ma poichè, per quanto sia stata assottigliata la cifra ottenuta, essa è però sempre considerevolissima e capace di premiare con un interesse dell'11,12 per cento i capitali tutti impiegati nella costruzione dell'opera, non è quì il caso di usare molta parsimonia.

CAPO IV.

A chi spetti la costruzione dell'opera.

1.

Considerazioni sul movimento e sul provento delle reti italiane. — Nel capo precedente abbiamo analizzati e discussi i risultati statistici del movimento commerciale dell'Isola di Sicilia colla Penisola Italiana; abbiamo pur fatto conoscere lo stato delle nostre reti, specialmente dal punto di vista dell'esercizio, cosicchè ci fu dato apprezzare con sicuro criterio le condizioni del servizio ferroviario sulle linee aperte al traffico. Uno studio comparativo fra il commercio di mare sui piroscafi, e quello di terra sulle strade ferrate, per mezzo di una Galleria sottomarina che raccordasse la rete della Sicilia alle reti di Terraferma, mise in evidenza l'utilità di questa costruzione.

Ora rimangono a farsi alcune considerazioni sull'esercizio delle comunicazioni ferroviarie, particolarmente in ordine ai rapporti finanziari esistenti fra lo Stato e le Società concessionarie, per quindi esporre le conseguenze che da tali rapporti derivano.

Quando, nel capo che precede, abbiamo raccolte le notizie più importanti circa il movimento; i prodotti cioè, e le spese d'esercizio, per ciascuno dei quattro principali gruppi di ferrovie esi-

Digitized by Google

stenti in Italia, noi ci siamo dispensati da ogni considerazione sulle medesime. Tuttavia esse non potevano mancare di destare un senso di sorpresa, pensando ai molti interessi che vi dovevano essere rappresentati per tanti capitali di costruzione impiegativi, costretti a rimanere od affatto scoperti, come accade per la rete delle Calabro-Sicule, dove nel 1868 non si potè ottenere un prodotto chilometrico che valesse a pagare le spese d'esercizio; od a fruttare poco più di quello che per le spese d'esercizio era strettamente richiesto, come avviene per le Meridionali, ed anche per le Romane.

Quale miserrimo stato di cose! Che sconfortanti risultati se si dovessero avere per definitivi!

Ma sarà dunque necessario presagire alle nostre ferrovie un così meschino avvenire? per quelle delle Provincie Meridionali particolarmente, e fin dal primo nascere delle medesime?

Così potrebbe sembrare, infatti, osservando l'andamento del prodotto annuo lordo chilometrico sulle reti italiane dal 1860 fino al 1867 (1), si vede il provento sulle nostre ferrovie diminuire sempre in questo periodo; il quale, solo a quest'ultima epoca (risulta dai successivi esercizi) pare avere toccato il suo minimo, od almeno perentoriamente rimanere quasi stazionario, per entrare, forse successivamente, in un nuovo periodo di rialzo; e tuttociò mentre il nostro commercio ebbe, come potemmo constatarlo, uno svolgimento progressivo e considerevolis-

(1) Riassunto del prodotto lordo chilometrico annuale dei principali gruppi di ferrovie esistenti in Italia dal 1860 al 1867.

Anno	Alta Italia	Romane	Meridionali	Calabro-Sicule	Media totale
1860	27164,73	14712,49	26420,33	»	24660,48
1861	28556,62	16679,77	17149,10	»	25553,88
1862	26779,95	14195,05	13847,39	»	22621,67
1863	25938,26	13676,07	14230,91	8288,26	21055,48
1864	24913,64	11509,15	11094,49	10062,28	18443,15
1865	23345,35	12278,65	8918,58	8662,59	16894,27
1866	25541,32	10875,80	10719,88	6968,20	16927,50
1867	23452,66	10871,26	8110,87	5738,15	15739,91 (*)

(*) V. Relazione sulle strade ferrate italiane. Anno 1867.

simo (fino a duplicare) nel periodo degli ultimi dieci anni. Ora ecco come stanno le cose al riguardo: la decadenza del prodotto chilometrico si manifestò, non perchè fosse venuto meno il prodotto sulle stesse linee, sibbene perchè nuove linee secondarie vennero aperte all'esercizio negli ultimi anni, e dopo la costruzione delle principali arterie; perchè si volsero le nuove vie ferrate a percorrere paesi meno popolati o scarsi d'industria e di commercio; perchè finalmente altre delle linee aperte furono, e sono tuttora, interrotte a metà da tratti in costruzione, in guisa che il tenue prodotto dei nuovi tronchi posti in esercizio, passò in diminuzione apparente di quello che prima si otteneva sulle altre linee, per le quali, il provento si trova invece spesso in considerevole aumento.

Ma quando le nostre reti saranno compiute (scrive il Relatore ministeriale delle nostre strade ferrate) e svoltene tutte le ramificazioni; quando le comunicazioni fra paese e paese verranno assicurate mercè la costruzione delle strade ordinarie; quando finalmente il commercio e l'industria saranno vivificati in tutti i territorii che ne sono suscettivi, si entrerà allora in una condizione normale, e cesseranno anche le fluttuazioni che finora si notano, ed i risultati statistici del movimento daranno una maggiore speranza di compenso pei sacrificii incontrati dall'intera nazione.

Il provento attuale delle reti italiane non si può pertanto, nè si deve considerare, come l'ultima espressione dello stato normale a cui le ferrovie italiane devono giungere; neppure per la rete dell'Alta Italia, alla quale eziandio frutteranno un considerevole aumento lo svolgimento naturale del progresso, il progressivo sviluppo della vita economica del paese e quindi del traffico; ed una più larga confluenza di movimento commerciale e di scambi, il taglio dell'Istmo e l'apertura dei nuovi passi alpini. Essa tuttavia meglio d'ogni altra si accosta ad un assetto definitivo, perchè, la feracità del suolo e l'industriosa operosità degli abitanti di tutto il vasto bacino del Po, su cui si sviluppano le sue linee, le fruttarono prima un più rapido avanzamento verso il suo compimento. Questa rete infatti, possedendo le migliori arterie coi loro considerevolissimi proventi, non è molto lontana dal produrre quanto può bastare al servizio dell'interesse sul capitale guarentito dal Governo; ciò che è molto, quantunque tal capitale non rappresenti la totalità del capitale primitivo di costruzione; perchè, come è noto, sono poche le reti di ferrovie che premino ad interessi elevati quest'ultimo capitale; così, a cagion d'esempio, risulta

dal resoconto 1869 sulle ferrovie inglesi, che per quella rete l'interesse dei capitali di costruzione fu per l'anno medesimo del 4 1[2 per cento circa, e per una rete intera di ferrovie ciò è forse quanto si può sperare di migliore.

2.

Sovvenzioni governative alle Società concessionarie dell'esercizio delle reti ferroviarie italiane. — Nella costruzione delle ferrovie abbiamo da un lato l'industria privata, la quale (dovendo rimanere estranea ad ogni altro ordine di considerazioni, che non rientrino in quelle dell'interesse) non può prendere impegni che fino alla concorrenza del capitale corrispondente al prodotto netto effettivo dell'esercizio; dall'altro abbiamo il Governo che, tenuto a favorire il progresso, l'incremento e lo sviluppo della ricchezza pubblica, deve agevolare il commercio e l'industria che vivono di scambi.

Nei paesi pertanto nei quali lo svolgimento della pubblica ricchezza fu considerevole e saldo ne è il credito, e per conseguenza anche minimo l'interesse del denaro, l'industria privata potrà da sola, senza bisogno di sussidio governativo, coprire il suolo di reti stradali; ma ove tali condizioni economiche debbono tuttora essere raggiunte, quando l'utilità pubblica faccia dichiarare un'opera necessaria, sarà solo col sussidio del pubblico tesoro che si provvederà alla sua attuazione. Gli è per questa ragione che, in Italia, dove il provento netto delle ferrovie (destinato a rinumerare il capitale impiegato dalle Società nella loro costruzione) non bastando su molte linee a corrispondere al capitale medesimo l'interesse che ordinariamente si ricava dalle altre speculazioni, e ad estinguerlo nel periodo di tempo per cui venne accordata la concessione; ne venne la necessità di sopperire alla deficienza del prodotto colle sovvenzioni chilometriche, e colla guarentigia di un determinato interesse per parte del Governo. Quindi, presso di noi, troviamo soventi lo Stato maggiormente che altrove interessato nell'esercizio di tutte quante le nostre reti, e provvedente ad esse sia col costrurre i tronchi più difficili, sia col sussidiare gli altri, o con capitali a fondo perduto, o colle cospicue sovven-

zioni chilometriche, od infine col guarentire l'interesse dei capitali impiegativi (1).

Ecco ora un quadro, tolto ad imprestito dalla relazione mini-

(1) Dopo il nuovo riordinamento delle nostre Società di strade ferrate avvenuto nel 1865, per cui le ferrovie del Regno venivano distribuite in quattro grandi gruppi principali, dell'Alta Italia cioè, Romane, Meridionali e Calabro-Sicule; le convenzioni, che stipulano le basi delle garanzie e mettono a carico dello Stato le cospicue sovvenzioni chilometriche che figurano annualmente nel nostro bilancio passivo, sono quelle specialmente passate in quell'epoca colle Compagnie concessionarie dell'esercizio delle reti in discorso; ma di queste quattro Società principali, l'ultima ha cessato di esistere dopo la convenzione del 20 giugno 1868; e delle tre che rimangono, quella dell'Alta Italia ha diritto, secondo le convenzioni in vigore, all'assicurazione:

1° Di un prodotto lordo di L. 28 000 000 all'anno per la rete del Piemonte, della quale otteneva dal Governo l'usufrutto per 95 anni.

2° Del 5 1/5 per cento sul capitale impiegato nella costruzione della rete della Lombardia, ciò che richiede un reddito netto di L. 6 500 000 circa.

3° Di un prodotto netto di L. 6 500 000 all'anno per la rete dell'Italia Centrale.

Invece alla Società delle ferrovie Romane e Meridionali, venne accordata un'annua sovvenzione chilometrica, a scala mobile, di L. 13 250 per la prima, di lire 20 000 per la seconda. Però quando il prodotto lordo delle ferrovie Romane è di lire 12 500 per chilometro, e quello delle ferrovie Meridionali supera le lire 7 000; la metà dell'eccedenza va a profitto del Governo, il quale, diminuisce d'altrettanto la sovvenzione accordata alla Società. Importa tuttavia notare come, mediante successiva convenzione del 14 ottobre 1868 (pattuendo convenienti compensi), la sovvenzione di L. 20 000 accordata alla Società delle Meridionali, venisse ridotta a L. 18 000.

Gli è pertanto da queste assicurazioni di prodotti che procedono le garanzie che vedremo figurare annualmente nei bilanci dello Stato, ed a carico del medesimo.

Non aggiungeremo più altre parole per dire di altre minori convenzioni, contemporanee o successive a quelle che consentivano le garanzie mentovate, ciò ci condurrebbe troppo a dilungo; ma rimandando chi desiderasse maggiori particolari su questo tema, alle relazioni sulle strade ferrate italiane per gli anni 1867 e 1868 (che ci fornirono molti particolari), non sarà inopportuno riferire qui le somme onde sono rappresentati i capitali di costo impiegati, a tutto il 31 dicembre 1868, nella costruzione o nell'acquisto dei varii gruppi di ferrovie (componenti la rete ferroviaria Italiana) di pertinenza delle tre principali Società di strade ferrate esistenti nella

Digitized by Google

steriale sulle strade ferrate italiane, dell'anno 1867, e completato con quella del 1868; in cui figurano le sovvenzioni chilometriche dall'anno 1859 al 1868 inclusivamente, che il Governo italiano, nonostante i molti capitali a fondo perduto già impiegati nella costruzione delle ferrovie del Regno, dovette pagare alle quattro Società che eserciscono le ferrovie medesime. *(Vedi Quadro a pagina seguente).*

Penisola; le quali condussero alle cospicue sovvenzioni chilometriche, di cui venne sopra fatta menzione.

ALTA ITALIA.

Rete del Piemonte	L.	200 138 360
» della Lombardia	»	121 895 319
» dell'Italia Centrale	»	126 372 683
» della Venezia	»	103 792 712
Totale	L.	552 199 079

compreso il valore del materiale mobile all'atto dell'acquisto.

Linea Voghera-Pavia-Brescia	L.	31 522 513

ROMANE.

Sezione nord	L.	179 245 420
» centrale toscana	»	32 289 780
» sud (territorio pontificio compreso) . .	»	320 136 194
Totale .	L.	531 671 394

compreso il materiale mobile.

MERIDIONALI.

Rete Adriatica	L.	265 465 039
» Tirrena	»	26 534 873
Totale	L.	291 999 912

compreso il valore della linea Bologna-Ancona-Ravenna.

DATA	SOCIETÀ FERROVIARIE					
	ALTA ITALIA	ROMANE	MERIDIONALI	CALABRO-SICULE	MORTARA-VIGEVANO	Totale
1859	657.110,32	»	»	»	9.831,63	666.941,95
1860	82.284,27	1.134.231,65	»	»	18.390,14	1.234.906,06
1861	53.638,76	*1.198.367,76*	»	»	25.131,27	1.277.137,79
1862	258.019,49	*3.928.880,54*	»	»	34.679,06	4.221.579,09
1863	354.783,75	*4.958,764,30*	2.127.784,74	45.500—	37.938,24	7.524.771,03
1864	1.709.769,53	*5.384.022,01*	7.172.841,13	298.592—	40.298,40	14.605.523,07
1865	*6.845.041,11*	*11.723.784,84*	16.764.525,99	448.000—	42.483,17	35.823.835,11
1866	*5.594.918,30*	15.748.685,00	22.067.670,07	683.452—	44.550,95	44.139.276,32
1867	*8.156.027,89*	17.929.237,50	24.722.416,58	2.086.000—	45.039,34	52.938.721,31
1868	*6.000.000—*	18.276.122,50	27.698.224,55	2.086.000—	46.425,89	54.106.772,94
TOTALE . . .	29.711.593,42	80.282.096,10	100.553.463,06	5.647.544—	344.768,09	216.539.464,67

N. B. Le quote distinte sono controverse e corrispondono alle domande fatte dalla Società dell'Alta Italia ed a quelle di alcune linee delle Romane, di cui le garanzie sono tuttavia in corso di liquidazione.

Da questo specchio si scorge che, pel 1868, il carico del Governo per garanzie d'interessi e per sovvenzioni chilometriche alle Società delle strade ferrate del Regno, raggiungeva la ragguardevole somma di L. 54 106 772 94; la quale, non si può sperare che sia per diminuire sensibilmente in breve tempo (1). Infatti (così il Relatore ministeriale), se non è lontana l'epoca in cui il prodotto netto delle ferrovie della Lombardia, potrà bastare al servizio del capitale impiegato nella loro costruzione, onde avrà necessariamente a cessare ogni onere del Governo per dette linee; e se è ragionevole ripromettersi da altre opere, di prossimo compimento, un aumento notevole di prodotto sulle altre linee; vuolsi tuttavia por mente che recentemente furono aperte e si apriranno fra breve nella estreme provincie dell'Italia meridionale, linee, il cui provento non potrà essere tale da scemare il carico delle sovvenzioni chilometriche dovute dal Governo. E, per uguale ragione, non è neanche a sperare in un prossimo avvenire, una diminuzione dell'onere del Governo per la rete Romana. Per evitare però un apprezzamento inesatto sull'aggravio (è ancora il Relatore che parla), che viene allo Stato dalla spesa suddetta per le sovvenzioni, è da avvertire, che l'onere della finanza è sensibilmente alleviato dalle imposte cui sono soggetti i trasporti sulle ferrovie, dalle tasse a carico delle Società e dalle economie ottenute dal Governo nei suoi trasporti, i quali, come è noto, sono regolati con tariffe speciali ridotte; ed il Relatore suddetto, valuta questo utile a L. 18 287 921,42, per cui l'effettivo onere per garanzie e sovvenzioni chilometriche si residuerebbe, per lo stesso anno, a meno di 36 milioni di lire.

3.

Al Governo spetta la costruzione dell'opera. — Era oggetto del capo che precede dimostrare come l'aumento di provento, che la costruzione della Galleria sottomarina avrebbe arrecato alle reti collegate, bastasse a premiare con un forte interesse, superiore al

(1) L'esposizione finanziaria del signor Quintino Sella, attuale ministro delle finanze in Italia, ci apprende che nel 1870 le sovvenzioni saliranno a 62 milioni.

commerciale, il capitale necessario per istabilirvi l'esercizio; in altri termini, che questo aumento di prodotto dovuto alla sua influenza doveva, capitalizzato all'interesse commerciale, rappresentare un capitale superiore a quello richiesto, onde ne risultava l'economia dell'opera. Tali considerazioni, astrattamente considerate, erano giuste; è però necessario accertarsi ancora, che esse sono capaci di una pratica applicazione; vale a dire, che si può realmente risolvere a profitto dell'opera quest'aumento di prodotto dovuto alla sua presenza.

La condizione del Governo collocato, nella duplice sua qualità di autorità tutoria del bene pubblico, e di garante di un determinato provento, al disopra dell'esercizio per tutta quanta la rete ferroviaria del regno, viene essa a risolvere ogni difficoltà, traducendosi ogni aumento di prodotto, che sulle reti italiane si verifichi, in un risparmio annuo, vero ed assoluto in sovvenzioni.

Ora, ecco ancora fortunata combinazione! Il Governo che, per il servizio postale marittimo, è tenuto a sovvenire con cospicue somme le nostre Compagnie postali di navigazione (1), quando tal

(1) Quattro sono le Compagnie italiane di navigazione concessionarie (mediante speciali convenzioni) per una durata comune di anni 15, a datare dal 1862, del servizio postale marittimo che si fa fra i diversi porti del Regno; fra quelli dell'Italia insulare e quelli della peninsulare particolarmente (Raccolta Ufficiale degli Atti del Governo), cioè:

1° Compagnia R. Rubattino, concessionaria del servizio fra il Continente, l'isola di Sardegna e l'Arcipelago toscano, con una sovvenzione di L. 21 per lega marina (La lega marina di 20 al grado vale 5555^{m},55) percorsa in ogni viaggio d'andata e ritorno (come da convenzione 13 aprile 1862, modificata con altra convenzione del 14 giugno 1865.)

2° Compagnia Peirano-Danovaro, concessionaria (per altra convenzione 13 aprile 1862) del servizio postale e commerciale nel Mediterraneo e nell'Adriatico, con una sovvenzione di L. 28 per lega marina percorsa.

3° La Società F. V. Florio, per la concessione del servizio postale fra il continente e l'isola di Sicilia, e intorno alle coste della Sicilia, con una sovvenzione di L. 21 per lega marina percorsa (Convenzione 16 aprile 1862).

4° Ragione Sociale Carlo Mark Palmer, pel servizio postale fra l'Italia e l'Egitto, con una sovvenzione per lega marina percorsa di L. 35 per i primi 5 anni, di L. 32 nei 5 successivi, di L. 30 per gli ultimi 5 (Convenzione 3 agosto 1862, modificata con altra del 6 marzo 1867).

Queste quattro Compagnie importarono allo Stato per l'esercizio 1869, e fissarono sul bilancio passivo (capitolo 35 — servizio postale e commerciale

Digitized by Google

servizio venisse a farsi per via di terra, e si facesse gratuitamente come si fa in tutte le ferrovie del regno; non solo risparmierebbe in garanzie alle Compagnie di strade ferrate per l'aumento chilometrico di provento apportatovi dall'opera; ma potrebbe economizzare di più quella parte cospicua di sovvenzioni annualmente a suo carico per sussidiare le Compagnie di navigazione anzidette, concessionarie del servizio postale marittimo fra l'Italia insulare e la Peninsulare, afferente al servizio della Sicilia; e tale economia, risolvendosi a profitto dell'opera, si tradurrebbe allora, ancora in aumento di quel titolo d'interesse, a cui abbiam visto i capitali tutti di costruzione della Galleria sottomarina risultare così utilmente impiegati.

Ma posto poi anche che una parte dell'utile primo (proveniente dall'aumento di prodotto chilometrico sulla rete del regno) andasse ad esclusivo profitto delle Compagnie ferroviarie; è così alto il titolo d'interesse a cui i capitali di costruzione risultano impiegati, anche indipendentemente dalla condizione di risparmio nel servizio postale marittimo, che rimarrebbe pur sempre un margine sufficiente, per far fronte ad ogni causa eventuale di disperdimento negli utili.

Al Governo pertanto spetta senz'altro l'iniziativa nella costruzione della Galleria di comunicazione sottomarina, fra la rete ferroviaria della Sicilia e quella dell'Italia continentale; perchè a suo grande beneficio si risolve il provento della medesima, traducendosi direttamente in un risparmio annuo assoluto nelle sovvenzioni che deve pagare alle Società concessionarie dell'esercizio delle ferrovie del Regno, nonchè alle Compagnie postali di navigazione; oltre al compenso indiretto che gliene proviene dallo svolgimento della pubblica ricchezza, di cui sono potenti fattori le comunicazioni ferroviarie.

All'amministrazione dello Stato pertanto, conviene ripeterlo, questa comunicazione frutterebbe: primo un risparmio in garanzie alle Compagnie di strade ferrate, producendo un aumento di provento sulle nostre reti; secondo un risparmio in sovvenzioni alle Compagnie postali di navigazione per tutta la parte del servizio afferente all'isola di Sicilia; perchè tal servizio, fatto ora

marittimo) una totale spesa per sovvenzioni di L. 6 072 336. Così la relazione della Commissione generale del bilancio del Ministero dei Lavori Pubblici (V. *Atti del Parlamento Italiano*, tornata del 26 febbraio 1869).

Digitized by Google

dalle Compagnie suddette, e sovvenuto dal Governo con somme rilevanti, dovrebbe farsi gratuitamente dalle ferrovie, come si fa per tutte le provincie di terraferma; oltre all'utile non sempre secondo per lo Stato, dell'importanza politica e militare dell'opera; perocchè, per suo mezzo, la ricca isola di Sicilia viene ad essere stabilmente e materialmente congiunta alla madre patria, eliminando l'attuale deplorabile separazione della numerosa e svegliatissima popolazione siciliana, dal resto d'Italia; ed accrescendo sempre quei vincoli di solidarietà che stringono naturalmente le popolazioni di una stessa famiglia.

Non istà a noi di pronunciarci ora sulla via che dovrà seguirsi dal Governo per intraprendere e compiere la costruzione della comunicazione progettata; dire cioè, se sia più vantaggioso al Pubblico intraprenderne direttamente la costruzione per conto dello Stato, come si fece per il traforo del Moncenisio; o se convenga di preferenza affidarla all'industria privata degli attuali costruttori concessionari della rete Calabro-Sicula, se ad altri intraprenditori, ma sempre per conto diretto dello Stato, attualmente solo assoluto proprietario di quella rete; o se finalmente concederla insieme alla rete medesima, ad una Società costituita, o da costituirsi anche per l'esercizio; aiutandola colle sovvenzioni, colle garanzie d'interessi o con capitali a fondo perduto. Gli eminenti uomini di Governo, l'ufficio dei quali è di occuparsi di questo ramo della pubblica cosa, potranno farlo con molta maggior cautela di giudizii; anzi sarebbe temerità, per noi, avventurarci intempestivamente, fin d'ora, in un giudizio qualunque su quest'argomento.

Se ora ci rimane qualche cosa a desiderare, gli è certamente che l'opera a cui consacrammo tutta la nostra mente, si faccia; è solo a tal prezzo che ci potremmo dire pervenuti a fare qualche cosa di utile, giovando coll'opera nostra; ma si compia dessa ad economia o ad appalto, a cottimo sul totale, o per serie di prezzi, o finalmente da uno piuttosto che da un altro costruttore, o corpo morale, a noi non monta, purchè si compia.

Siccome però a questo punto le nostre forze individuali non basterebbero a fare avanzare la quistione di un sol passo, dopo aver fatto quanto era in nostra possa, al Pubblico ed al Governo caldamente raccomandiamo di continuare l'opera incominciata con molta buona volontà, ed a loro interamente l'abbandoniamo confidando nella loro sanzione, che infine vedemmo essere quella del tornaconto.

Digitized by Google

4.

Quando convenga cominciare la costruzione dell'opera. — Conclusione. — Meno di due anni ancora, ed il Governo italiano sarà sciolto dagli impegni grandissimi da esso assunti per la costruzione della grand'opera del Moncenisio (1). Frattanto si stanno terminando, ed in questo frattempo saranno compiti, se non tutti, sicuramente i principali tronchi delle ferrovie Calabro-Sicule e Meridionali.

Converrebbe dunque che il Governo nostro, ove intendesse prendere in considerazione la quistione del Passaggio sottomarino dello Stretto di Messina, traendo partito dell'attual sua libertà d'azione (per essersi svincolato da ogni impegno, precedentemente contratto, colla sciolta Società Vittorio Emanuele concessionaria delle Calabro-Sicule, che colla convenzione del 20 giugno 1868 cedeva ogni sua ragione e diritto al Governo) non obliasse l'opera proponenda quando proceder si dovesse a nuova concessione di quelle reti, delle quali il Collegamento sottomarino formar deve, per sua natura, integrante parte. Converrebbe poi anche che non si perdesse un tempo, sotto ogni rapporto preziosissimo; ma si volgessero i due anni che rimangono, a profitto dell'opera; sia, coordinandovi le linee attualmente in costruzione, coll'introdurvi quelle modificazioni che fossero credute convenienti; sia, facendo studiare quegli altri tronchi che mancherebbero per completare le nostre reti; sia ancora, attendendo a quelle pratiche d'ufficio, di legislatura e di finanza, che sono richieste pel disimpegno della Pubblica azienda prima di mettere lo Stato in un grande impegno.

Questi due anni dovrebbero esser messi a profitto, spendendoli nei lavori di misurazione, in quelli d'osservazione, e nelle ricerche necessarie per redigere il Progetto definitivo della Galleria sottomarina, onde essere in condizione di potere inaugurare le costruzioni dello Stretto contemporaneamente all'inaugurazione dell'esercizio sulla ferrovia delle Alpi Cozie. Molti dei materiali che ser-

(1) Nella Convenzione fra l'Italia e la Francia sottoscritta a Parigi il 3 febbraio 1868, allo scopo di assicurare un più sollecito compimento al traforo delle Alpi Cozie, il Governo italiano s'impegna a terminare la galleria del Cenisio pel 31 dicembre 1871, in modo che per quell'epoca vi si possa inaugurare l'esercizio.

virono al primo traforo, il suo personale medesimo, potrebbero per questa fortunata coincidenza di epoche, trovare una utile e conveniente applicazione in questa nuova costruzione. Ciò tornerà proficuo ed utilissimo allo Stato, per l'economia e la buona e pronta riuscita dei lavori ed agli intraprenditori ed al personale di lavoro, perchè, vi troveranno un impiego confacente alle loro facoltà ed alle cognizioni tecniche acquisite nei molti anni di esperienza fatta al Moncenisio. È vero, che a quell'epoca si troveranno probabilmente avviati i lavori della ferrovia del S. Gottardo; ma di questa, l'iniziativa sappiamo spettare al Governo Elvetico a norma della Convenzione speciale fra la Svizzera e l'Italia del 15 ottobre 1869.

L'iniziativa dei trafori delle Alpi, cioè dei lunghi trafori, spetta all'Italia, quella dei trafori sottomarini potrebbe ancora ad essa appartenere (noi abbiamo a Messina 8 chilom. e mezzo di galleria, la Francia e l'Inghilterra ne hanno per la Manica 47; e questo è, per ora, il solo traforo che possa concorrere alla priorità), tanto più che non si tratta questa volta di un'opera, nè così costosa, nè di così dubbiosa riuscita come era quella votata con ardimento ammirabile nel 1857 dal Parlamento Subalpino. Accorderemo che la condizione finanziaria di quel Governo fosse migliore di quella del Governo attuale d'Italia; ma infine, giova ripeterlo, qui si tratta di tornaconto, esclusivamente di tornaconto; di quel tornaconto onnipotente che è posto al disopra di tutte le difficoltà. Non si richiede quindi che spirito d'intraprendenza; e questo non può mancare agli Italiani, che votarono, or non ha guari, quarantacinque milioni di sussidio per la grande galleria delle Alpi Elvetiche, sopra ottantacinque milioni di complessivo sussidio per l'opera (1).

(1) Nella Convenzione del 15 ottobre 1869 fra la Svizzera e l'Italia, la quota di concorso assegnata a quest'ultima fu determinata all'articolo 16 di detta Convenzione in L. 45 milioni sopra 85, nella qual somma però si doveva comprendere quanto le Provincie od altri Corpi morali dello Stato avevano o sarebbero per assumersi.

Ora fra questi vi hanno 10 milioni di concorso della Società dell'Alta Italia, in forza della Convenzione stipulata col Governo del Re il 30 giugno 1864, un milione votato dalla Rappresentanza provinciale di Genova e sei da quel Municipio. Inoltre il Governo del Re venne autorizzato con relativo progetto di legge a contribuirvi valendosi della somma di cui risulterà in credito verso il Governo francese per capitale e premio in dipendenza dei lavori del Moncenisio, a mente dell'art. 4 della Convenzione 7 maggio 1862,

Il Governo che trovò 69 milioni, cifra a cui furono periziati i lavori del grande traforo delle Alpi Cozie, escluse le vie d'accessione, e che trova ora i 45 milioni per sussidiare il traforo delle Alpi Elvetiche, saprà trovare ancora, quando la propria convenienza di farlo sia dimostrata pienamente, i 35 milioni e mezzo richiesti per costrurre la Galleria sottomarina fra la Sicilia e la Penisola. Tanto più che questa somma, come si ebbe già occasione di avvertire al capo II — 2 di questa parte, andrebbe dal Governo emessa per versamenti annui parziali successivi: tacendo che molti Municipii e Provincie, ed altri corpi morali, aderirebbero a dividere il peso dello Stato, ed a lui tenderebbero volentieri man forte; interessati a veder sorgere un'opera tutta intesa a favorirli.

Quando poi il Governo, per non aggravare soverchiamente i bilanci attuali, trovasse conveniente invocare il concorso dell'industria privata, perchè anticipasse il capitale di costruzione e provviste di materiale mobile; egli potrebbe ancora farlo, e non rimarrebbero a suo carico che l'interesse annuo di ciascuno dei versamenti avvenuti, finchè dura la costruzione; e l'interesse del totale, per le epoche successive: oppure finalmente l'interesse di questo capitale, condotto mediante l'accumulazione dei suoi interessi ed interessi d'interessi, fino all'epoca dell'inaugurazione dell'esercizio. Mediante il quale ultimo sistema, lo Stato sarebbe libero da ogni impegno fino al totale compimento dei lavori, che dovrebbe avvenire sul finire dell'anno 1875 o sul principio del 1876, e da quell'epoca in poi corrisponderebbe l'interesse commerciale sull'intero capitale di costruzione, provviste ed interessi che, come abbiam visto al Cap. II — 3 di questa parte, ascende a L. 42 911 652,60. Questo interesse è valutabile allora (6 0[0) a L. 2 574 699,15 annue, che

la qual somma fra capitale a corpo per la costruzione dell'opera, interessi di detto capitale e premio per anticipazione sul compimento dei lavori fu prevista di L. 30 milioni circa, che a norma della Convenzione di Parigi. del 3 febbraio 1868, sarebbe di già in parte versata; i premi non verrebbero pagati che quando tutti i lavori della galleria fossero compiuti e la galleria posta in esercizio.

Per il resto degli ottantacinque milioni di complessivo sussidio dell'opera si incaricano la Svizzera, la Confederazione dell'Alomagna del Nord, il Regno di Würtemberg ed il Granducato di Baden che presero parte alla Convenzione.

dovrebbero essere risparmiate sulle sovvenzioni chilometriche attualmente a suo carico.

Se non c'illude l'amore che abbiamo posto a questo Progetto, divenuto, per questi ultimi mesi, l'oggetto esclusivo dei nostri studi, noi vi troviamo qualche cosa di quello che può appagare il Pubblico e renderlo interessante.

Forse molti che, per l'addietro, non si saranno occupati dello Stretto di Messina più in là della sua esistenza, ed avranno creduto poco all'idea di una Comunicazione sottomarina fra la Sicilia e l'Italia continentale, dopo la lettura di questo scritto si saranno persuasi non essere essa una illusione da romanzo.

Giungemmo fino a questo punto con l'unica scorta della buona volontà e del coraggio, ora deponiamo la penna per esporci al Pubblico, ed incontrarne per la prima volta il giudizio fidenti, nella sua indulgenza.

A. Carlo Navone.

Digitized by Google

PARALLELO

Fra i quattro passaggi, dello Stretto di Messina, dello Stretto della Manica, del Moncenisio e del S. Gottardo.

Digitized by Google

Qualificazione degli Elementi			Stretto di Messina	Stretto della Manica[4]
		1. *Dati* tecnici *relativi alla*		
Planimetria	1.	Larghezza dello Stretto, misurata sul tracciato fra le due sponde M.	4 200	33 000
	2.	Lunghezza totale della Grande galleria »	8 500	47 300
	3.	Parte di galleria scavata nei terreni sommersi »	4 200	33 000
	4.	Vie d'accessione, in galleria, nei terreni emersi »	4 300	14 300
	5.	Nucleo centrale della galleria, a foro cieco »	4 200	—
	6.	Tratto di galleria con pozzi in mare »	—	33 000
	7.	Tratta » » in terra »	4 300	14 300
	8.	Vie di diramazione allo scoperto »	22 500	33 500
Altimetria	9.	Massima profondità del mare, nella direzione del tracciato »	118	57
	10.	Imbocco Sud della grande galleria, sopra il livello del mare »	10	7,10
	11.	Imbocco Nord » » » »	10	10,50
	12.	Profondità massima della Grande galleria, (distanza fra il piano delle guide ed il livello del mare) »	160	92
	13.	Punta culminante della Grande galleria, (sul livello del mare) »	—	—
	14.	Minima spessezza lasciata ai terreni, che separano il fondo marino dal cielo del Sotterraneo »	33	9,52
	15.	Minima spessezza lasciata ai terreni » » » in corrispondenza della massima profondità del mare »	35	22
	16.	Pozzi in mare N.	—	13
	17.	Pozzi in terra »	3	2
	18.	Profondità del maggior pozzo M.	125	92
	19.	Pendenza massima della grande galleria p. % »	4	0,733
Tempo	20.	Durata dei lavori per la Grande galleria ANNI	4	6
	21.	Durata » per le vie di diramazione »	2	2
		2. *Dati* tecnici, statistici, economici		
Locomot.	1.	Via da percorrersi con locomotive speciali M.	9 200	—
	2.	Via » » ordinarie »	21 800	80 800
Trasporti	3.	Movimento annuo previsto, viaggiatori N.	150 000	800 000
	4.	Movimento » merci Tonn.	(*)	842 000
Proventi	5.	Prodotto lordo chilometrico previsto L.	»	»
		3. *Dati* economici *relativi*		
	1.	Spesa di costruzione per la Grande galleria, in estimo, compreso studio ed armamento L.	30 118 000	133 950 000
	2.	Spesa di costruzione per le Stazioni d'imbocco e marittime »	1 000 000	10 700 000
	3.	Spesa di costruzione per i tronchi di diramazione »	4 470 000	11 350 000
	4.	Spesa totale di costruzione »	35 588 000	156 000 000
	5.	Spesa per provvista di materiale mobile »	2 032 000	8 000 000
	6.	Spesa totale di costruzione compresa la provvista di materiale mobile »	37 620 000	164 000 000
	7.	Spesa totale di costruzione, compresa la provvista di materiale mobile ed interessi composti al 6 p. % fino all'apertura dell'esercizio »	42 911 652	»
	8.	Costo di costruzione medie per M. l. della Grande galleria, ad estimo, non compreso l'armamento »	3 250	2 532 (*)
	9.	Costo » » » della sola parte a foro cieco »	»	»
	10.	Costo » » » » » con pozzi »	»	»
	11.	Costo dell'armamento per M. l. di galleria »	200	300
	12.	Costo chilometrico delle diramazioni alla scoperto, compresa la spesa d'armamento esclusa quella delle stazioni »	200 000	300 000

[4] Secondo il progetto del sig. A. Thomé de Gamond.

Moncenisio	S. Gottardo [8]	OSSERVAZIONI
Costruzione dei quattro Passaggi		
—	—	
12 220	14 800	
—	—	
—	—	
12 220	13 700	
—	—	
—	1 100	
35 780	95 900 (*)	(*) Di solo linee alpine senza la grande galleria più chil. 180,196 di linee subalpine.
—	—	
1 335,38	1 155	
1 202,82	1 110	
—	—	
1 338,45	1 162,5	
—	—	
—	—	
—	—	
—	1	
—	303	
2,22	0,7	
15	14	
»	5	
relativi all' Esercizio dei quattro Passaggi		
48 000	85 000	
—	25 700	
»	»	
»	»	(*) Venne adottato il rapporto stesso, verificatosi per l'anno 1868 sulla rete italiana, fra i vari capitoli di provento.
»	40 000	
alla Costruzione dei quattro Passaggi		
69 155 000 (*)	71 444 340	(*) Stima dell'ingegnere G. Alby.
—	—	
18 350 000	65 976 295	
87 505 000	137 420 635 (*)	(*) Comprese le linee subappennine questo totale sale a L. 190 151 096
2 255 000	»	
89 760 000	»	
125 342 805 (*)	»	(*) Supposta la durata delle costruzioni di 12 anni.
5 130	»	(*) Compresa la spesa per la costruzione degli isolotti in mare ed il loro perforamento a pozzi.
5 130	4 800	
—	3 000	
»	120	
»	»	

[8] Secondo il progetto principale della Commissione governativa.

A. Carlo Navone.

Google

INDICE

Prefazione . . . . . Pag. 5
Introduzione . . . . . » 9
Preliminari. — *Raccordamento del sistema stradale ferroviario siciliano a quello della Penisola* . . . . . » 13
— 1. Sistema ferroviario italiano in relazione col sistema europeo » ivi
— 2. Sistema ferroviario peninsulare italiano e Sistema ferroviario siciliano — Unione dei due sistemi per mezzo di una Galleria sottomarina . . . . . » 15

PARTE PRIMA. — Geologia.

CAPO I. — *Stato fisico dello Stretto di Messina ed attuale sua geologica costituzione.*

1. Oro-idrografia della località in generale e dello Stretto in particolare . . . . . » 17
2. Correnti marine nello Stretto di Messina . . . . . » 19
3. Distribuzione e disposizione geologica dei terreni del suolo calabro-siciliano che circoscrive lo Stretto di Messina . . » 20
4. Formazioni principali che costituiscono il fondo dello Stretto . » 22
5. Natura ed importanza dei depositi postpliocenici nello Stretto » 23
6. Natura ed estensione del pliocene nello Stretto di Messina . » ivi
7. Natura ed importanza dei terreni azoici nello Stretto . » 24
8. Opinione del Prof. Seguenza di Messina sulla natura delle formazioni geologiche dello Stretto — Suo giudizio su quella dei terreni attraversati dal *Tunnel* sottomarino . . . » 25

CAPO II. — *Genesi delle rocce che costituiscono lo Stretto di Messsina — Come pervenisse alla forma e sua presente costituzione — Si conchiude essere infondato ogni timore per la stabilità delle opere da costruirvisi.*

1. Storia geologica delle terre Calabro-Sicule . . . . . » 26
2. Periodi di sollevamento ai quali appartengono i terreni dell'Italia Meridionale . . . . . » 28

Digitized by Google

3. Carattere vulcanico dell'Italia o specialmente dell'Italia Meridionale — Origine e causa del vulcanismo — Metamorfismo delle rocce . . . . . Pag. 29
4. Come la vulcanicità dei terreni calabro-siculi non debba indurre timori per la stabilità delle opere . . . . . » 30

PARTE SECONDA. — Costruzione.

CAPO I. — *Redazione e descrizione del Progetto di massima — Planimetria.*

1. Norme e criterii generali a seguirsi per pervenire alla determinazione del tracciato più conveniente — Condizioni a cui deve soddisfare il tracciato . . . . . » 33
2. Costruzione del piano — Sonde — Curve orizzontali — Natura del fondo marino — Spiegazione della I^a tavola . . » 34
3. Planimetria del tracciato — Punti da congiungersi — Preferenza accordata alla linea fra Villa S. Giovanni e Ganzirri . » 36
4. Orientamento dell'asse della Galleria progettata — Via d'accessione alla medesima — Varianto — Diramazioni del tracciato » 38
5. Curve e loro raccordamento — Lunghezza dei rettifili e delle curve — Larghezza dello Stretto di Messina e massima profondità del fondo marino nella direzione del tracciato . . » 40

CAPO II. — *Segue la descrizione del Progetto — Altimetria.*

1. Spaccato o diagramma geologico dello Stretto fra Villa S. Giovanni e Ganzirri — Spiegazione della II^a tavola . . . » 41
2. Altimetria del tracciato — Criterii generali . . . » 43
3. Resistenza del suolo — Minima spessezza assegnata ai terreni che separano il fondo marino dal cielo del Sotterranco — Disposizione altimetrica dell'asse della Galleria — Sua massima profondità . . . . . » ivi

4. Pendenze — Stato attuale della questione . . . . . » 47
5. Pendenze adottate nel progetto — Ragioni per tale adozione — Lunghezza dei due piani inclinati della Galleria . . » ivi
6. Le pendenze adottate costituiscono solo un punto di partenza pel tracciato definitivo . . . . . » 48

Digitized by Google

CAPO III. — *Particolari di progetto.*

1. Lunghezza totale della Galleria a perforarsi — Natura ed entità delle rocce attraversate — Lunghezza totale della linea Messina-Reggio . . . . . Pag. 51
2. Pozzi — Punti d'attacco pel traforo della Galleria . . » 53
3. Stazioni ai due Imbocchi della Galleria . . . . . » 55
4. Forma e dimensioni della Galleria . . . . . » ivi
5. Opere di rivestimento della Galleria . . . . . » 56
6. Modo di radunare le acque di scolo e di estrarle dalla Galleria . . . . . » 57
7. Impossibilità di avere molte infiltrazioni . . . . . » 58

CAPO IV. — *Particolari di costruzione.*

1. Importanza tecnica del traforo della Galleria sottomarina . » 59
2. Sulla scelta della perforatrice da adottarsi nel traforo della Galleria sottomarina . . . . . » 61
3. Cantieri di costruzione . . . . . » 64
4. Forza motrice — Trasmissione del movimento . . . . » 68
5. Aeramento dei lavori e della Galleria — Illuminamento dei lavori . . . . . » 69

CAPO V. — *Studi ulteriori necessarii per un Progetto definitivo.*

1. Necessità di uno Studio definitivo che preceda l'esecuzione » 71
2. Scavi e pozzi d'esplorazione . . . . . » ivi
3. Configurazione del fondo sottomarino — Impossibilità economica di costrurre un pozzo in mezzo allo Stretto . . . . » 72
4. Osservazioni in mare — Operazioni di scandaglio — Raccordamento geometrico delle due coste . . . . . » 73

PARTE TERZA. — Economia.

CAPO I. — *Estimo delle spese di costruzione e provvista di materiale mobile.*

1. Spese di primo impianto — Cantieri . . . . . Pag. 75
2. Spese per lo studio del Progetto definitivo e pel tracciamento della Galleria . . . . . » 78
3. Spese per la costruzione della Galleria . . . . . » ivi

4. Segue l'estimo delle spese di costruzione — Stazioni d'imbocco Pag. 84
5. Segue l'estimo delle spese di costruzione — Vie di raccordamento » 85
6. Provvista di materiale mobile . . . . . » 88
7. Ammontare generale delle spese di costruzione e provvista di materiale mobile . . . . . » 90

CAPO II. — *Durata delle costruzioni — Versamenti annui — — Interessi del costo di costruzione.*

1. Durata della costruzione . . . . . » 92
2. Dell'entità dei versamenti annui necessari . . . . . » 98
3. Interessi del capitale di costruzione — Ammontare complessivo dell'opera all'inaugurazione dell'esercizio . . . . . » 101

CAPO III. — *Apprezzamento dell'utilità economica dell'opera.*

1. Come si debba procedere per determinare la convenienza economica dell'opera progettata . . . . . » 102
2. Movimento commerciale della Sicilia in generale, e colla Penisola italiana in particolare . . . . . » 105
3. Movimento sulle reti italiane — Provento e spese d'esercizio » 109
4. Obbiettivo del commercio siciliano nella Penisola italiana — Obbiettivo lineare — surperficiale . . . . . » 112
5. Distanze — Distanze reali — Distanze virtuali — Concorrenza fra le vie di mare e quelle di terra . . . . . » 113
6. Stima dell'utilità economica dell'opera . . . . . » 119

CAPO IV. — *A chi spetti la costruzione dell'opera.*

1. Considerazioni sul movimento e sul provento delle reti italiane » 124
2. Sovvenzioni governative alle Società concessionarie dell'esercizio delle reti ferroviarie italiane . . . . . » 127
3. Al Governo spetta la costruzione dell'opera . . . . » 131
4. Quando convenga cominciare la costruzione dell'opera — Conclusione 135

Parallelo fra i quattro passaggi, dello Stretto di Messina, dello Stretto della Manica, del Moncenisio e del S. Gottardo . » 139

Tavola I — Carta planimetrica, a curve orizzontali, descrittiva dello Stretto di Messina, coll'indicazione geologica della natura delle rocce ed il tracciato del progetto.

Tavola II — Spaccato secondo il tracciato principale, col profilo ed il diagramma geologico dei terreni attraversati.

401 1461706

Digitized by Google

Digitized by Google

NI ASOLA

Digitized by Google

Digitized by Google